دفتر الطالب في الفيزياء للصف 12

الفصل الدراسي الثاني

الموجات الكهرومغناطيسية

الطالبة ....

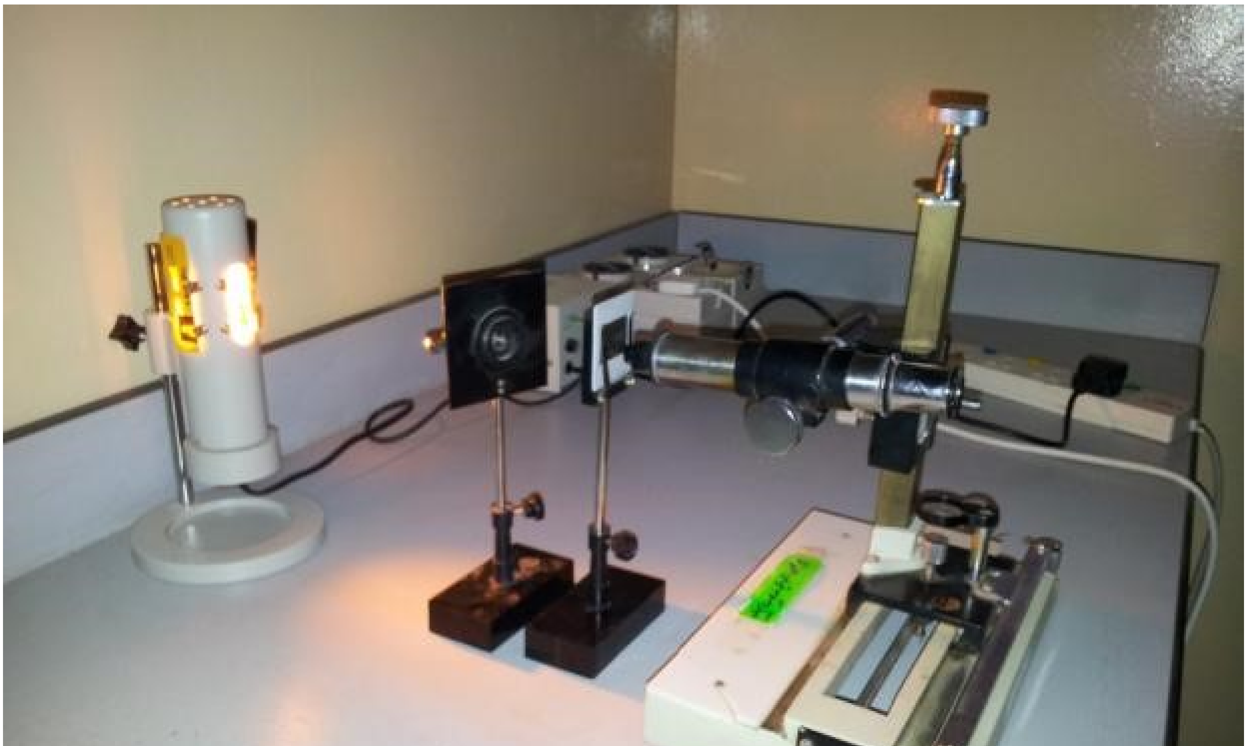
مدرسة البندر الجديد

2016/2017

Authored by: الأستاذة ألفة الكيلاني

الموجات الكهرومغناطيسية

(الطبيعة الموجية للضوء)



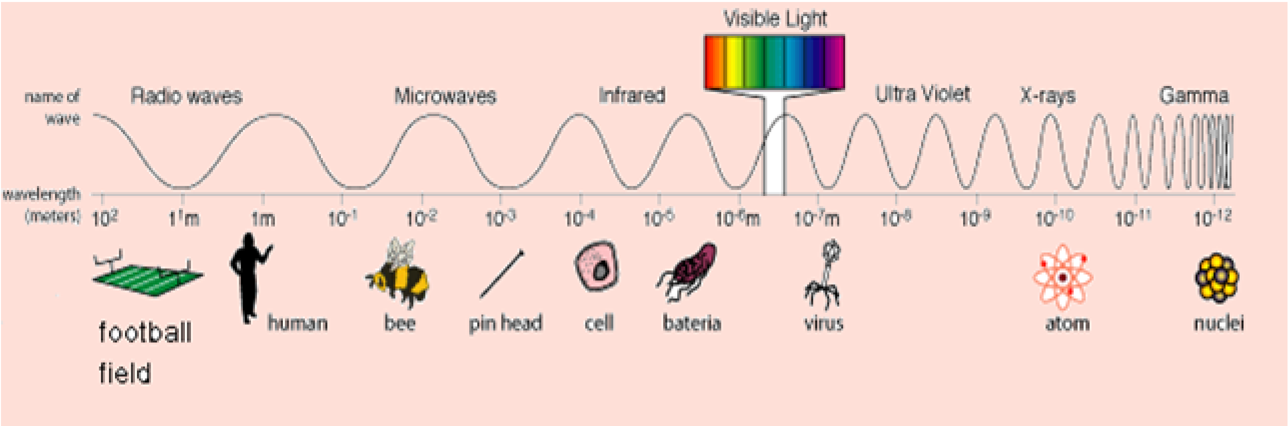
الموجات الكهرومغناطيسية

فرضية ماكسويل

....
....
....
....

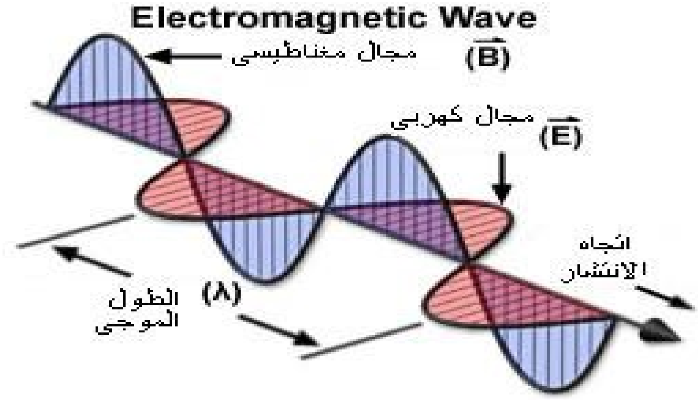
كيف تتكون الموجات الكهرومغناطيسية ؟؟؟

شكل لتوضيح نسبة أطوال الأمواج الكهرومغناطيسية لبعض الكائنات المعروفة



يمكن ترتيبها حسب الطول الموجي ترتيبا تصاعديا

1- أشعة جاما .
2- الأشعة السينية .
3- الأشعة فوق البنفسجية .
4- الضوء المرئي .
5- الأشعة تحت الحمراء .
6- موجات المايكرويف .
7- موجات الراديو .



....
....
....
....
....
....

تعريف الموجات الكهرومغناطيسية

....

....

....

تنشأ الموجات الكهرومغناطسية من الشحنات الكهربائية المتسارعة داخل المادة

خصائص الموجات الكهرومغناطيسية

1* هي موجات مستعرضة تتكون من مجالات كهربيه و مغناطيسية مهتزة و متفقة في الطور و التردد

تنتشر في الهواء و الفراغ بسرعة الضوء (لا تحتاج لوسط ناقل)

2* تتبع قوانين الموجات (الانعكاس / الانكسار / التداخل / ..)

3* عند انتقالها من وسط لاخر يتغير كل من السرعة و الطول الموجي أما التردد يظل ثابت لأنه من خصائص المصدر

السرعة = الطول الموجي * التردد

4* لا تتأثر بالمجال الكهربائي أو المجال المغناطيسي (لا تحمل شحنة)

اسم الأشعة	تولدت عن طريق	يتم الكشف عنها بواسطة	الخواص والاستخدامات
جاما	تغيرات في مستوى الطاقة في النواة	– الألواح الفوتوغرافية – غرف التأيين – الوميض الفوسفوري	– قدرتها كبيرة على النفاذ خلال المادة – تؤين الغازات – تسبب انبعاثا كهروضوئيا من الفلزات – مفيدة في علاج السرطان
الأشعة السينية	– النقص السريع في سرعة الالكترونات سريعة الحركة عند اصطدامها بهدف معين. – تغيرات في طاقة الالكترونات المدارية في المدارات الخارجية.		– التصوير بالأشعة السينية لتشخيص الأمراض. –– تؤين الغازات – تسبب انبعاثا كهروضوئيا من الفلزات
فوق البنفسجية	– الشمس – أنابيب التفريغ الغازي. – المصباح الكهربائي الذي يعمل ببخار الزئبق.	– التصوير الفوتوغرافي – الخلية الكهروضوئية	– يمتصها الزجاج – تحدث تفاعلات كيميائية كثيرة مثل اسمرار بشرة الإنسان. – تؤين الذرات في الغلاف الجوي – تعقيم التجهيزات الطبية.

تطبيقات ..

1) ما ذا يقصد بالموجات الكهرومغناطيسية؟

2) اشرح مع الرسم طريقة توليد الموجات الكهرومغناطيسية؟

3) كيف تتكون الموجات الكهرومغناطيسية؟ وضح إجابتك بالرسم .

4) اذكر أهم خواص الموجات الكهرومغناطيسية؟

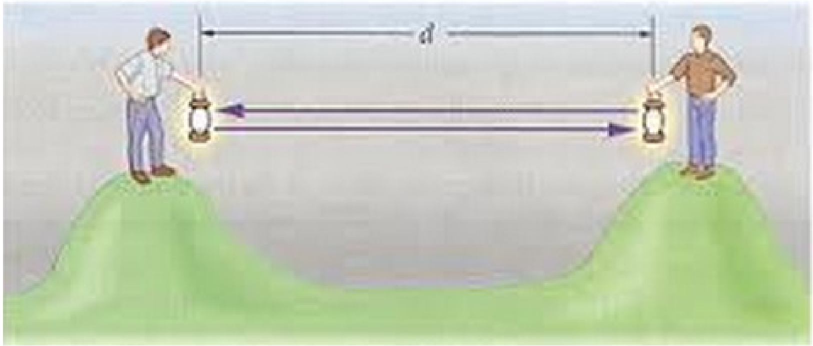
5) إذا كان طول إحدى الموجات الكهرومغناطيسية 80 متراً – أوجد من ذلك تردد هذه الموجات .

6) علل لما يأتي:

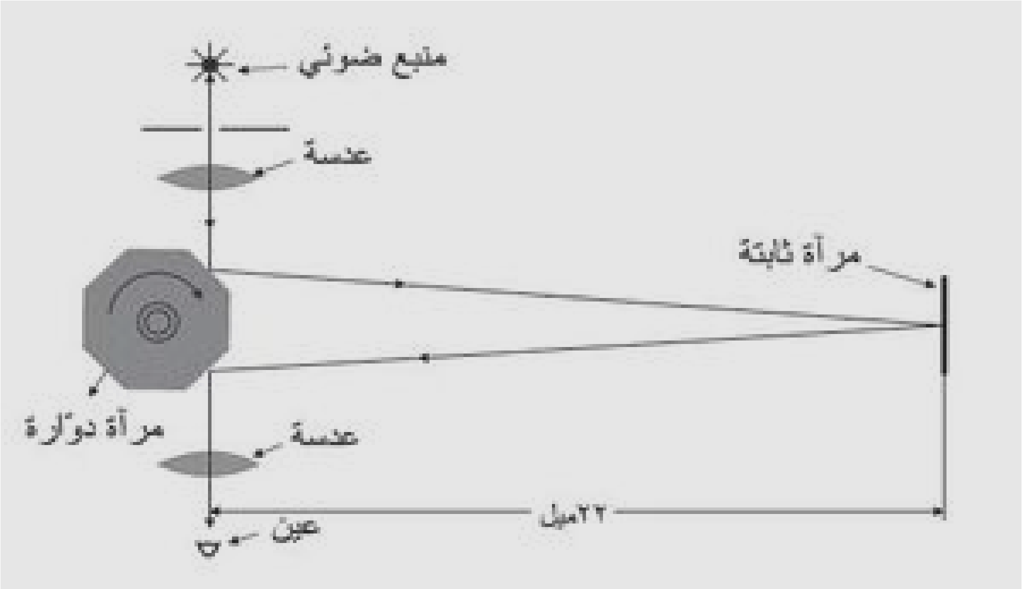
أ – يقل طول الموجة كلما زاد ترددها

ب – لا يتم إرسال الموجات الكهرومغناطيسية مباشرة عبر الفضاء.

سرعة الضوء



تجربة مايكلسون



....
....
....
....

تطبيقات ...

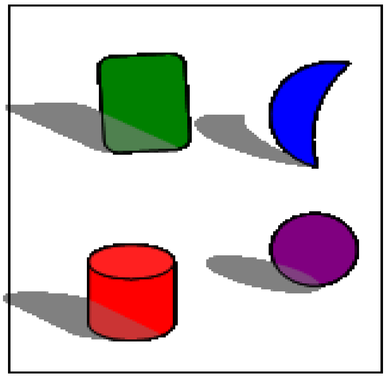
1. ما الهدف من تجربة العالم البرت مايكلسون ؟؟؟

....

2. أذكر عدد المرايا المستخدمة و أنواعها

....

انتشار الضوء



ينتشر الضوء على هيئة حزم من الأشعة في خطوط مستقيمة في خطوط مستقيمة إلى جميع الاتجاهات (في الوسط الواحد الشفاف) والدليل على ذلك هو تكون الظلال فالظل شكل ثنائي الأبعاد يشبه المجسم الساقط عليه الضوء وهذا يدل على انتشار الضوء في خطوط مستقيمة

وعليه سنمثل الشعاع الضوئي بخط مستقيم وحزمة الأشعة بخطوط مستقيمة متوازية

والضوء أثناء انتشاره يمتص كليا أو جزئيا وينعكس وينكسر...

انعكاس الضوء

متى ينعكس الضوء ؟؟؟

..

..

..

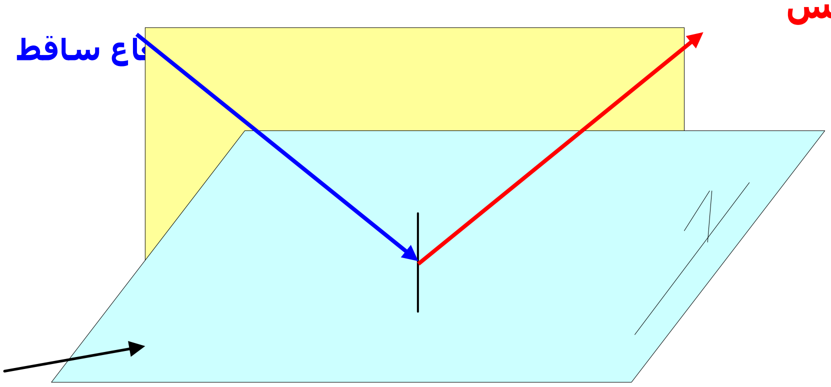
ويعتمد الانعكاس على نوع السطح العاكس

1. **انعكاس منتظم ....**
2. **انعكاس مشتت ....**

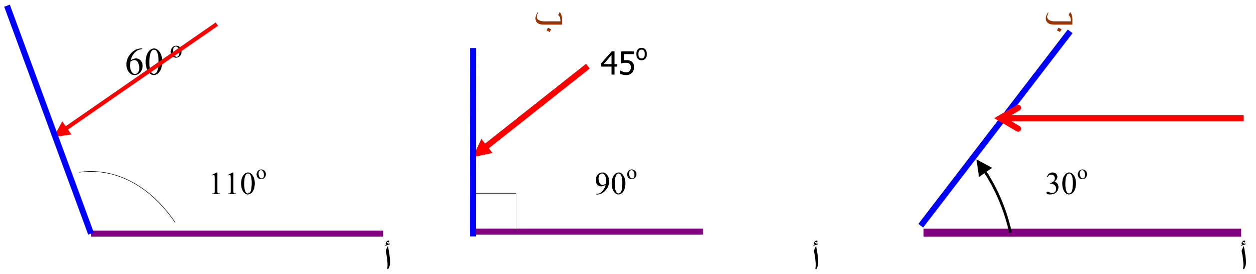
قانونا الانعكاس

أ- زاوية السقوط ϕ = زاوية الانعكاسθ

ب- الشعاع الضوئي الساقط و الشعاع المنعكس و العمود المقام على السطح العاكس من نقطة السقوط تقع جميعها في مستوى واحد (مستوى السقوط)يكون عموديا علـى السطح العاكس



مثـــــال: تتبع مسار الشعاع الساقط على المرآتين أ ، ب في الاشكال التالية

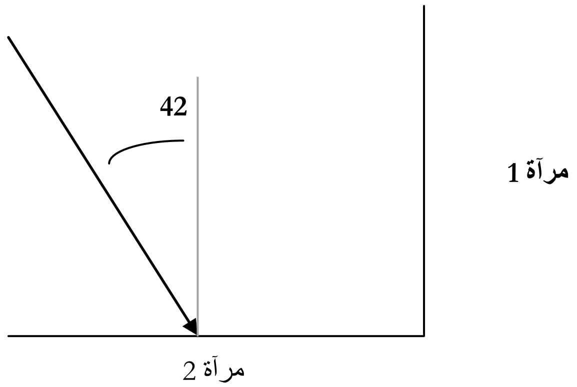


تطبيقات ...

لماذا تكتب كلمة اسعاف مقلوبة على سيارات الاسعاف؟؟؟

..

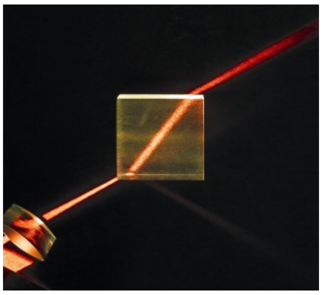
أكمل الرسم محددا زاوية الانعكاس في كل مرآة

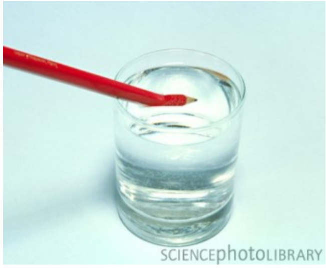


انكسار الضوء

ماهو الانكسار ؟؟؟

هو تغير اتجاه مسار الشعاع الضوئي عند اجتيازه للسطح الفاصل بين وسطي شفافين مختلفين فى الكثافة الضوئية بسبب تغير سرعته, مما يتسبب عنه عدم رؤية الأشياء فى مواضعها , أو تحلل الضوء الأبيض





قانونا الانكسار

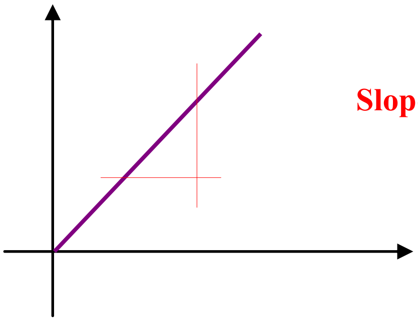
أ- الشعاع الضوئي الساقط و الشعاع الضوئى المنكسر و العمود المقام على السطح الفاصل عند نقطة الانكسار تقع جميعا في مستو واحد عموديا على السطح الفاصل .

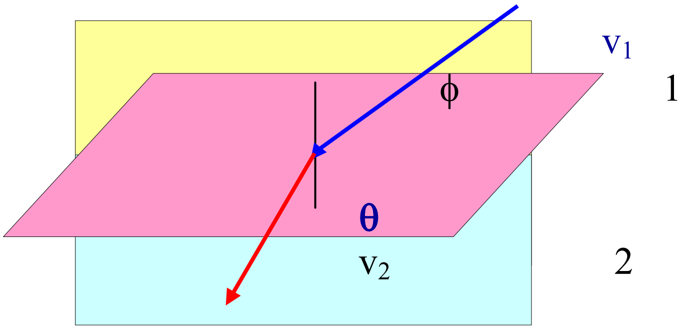
ب - النسبة بين جيب زاوية السقوط $\sin\phi$ و جيب زاوية الانكسار $\sin\theta$ هي نسبة ثابتة لوسطي السقوط و الانكسار و تعرف بمعامل الانكسار النسبي لهما

معامل الانكسار النسبي

هو النسبة بين جيب زاوية السقوط فى الوسط الأول إلى جيب زاوية الانكسار فى الوسط الثاني ...وأيضا يساوى النسبة بين سرعة الضوء فى الوسط الأول إلى سرعة الضوء فى الوسط الثاني.

$$_1n_2 = \sin\phi / \sin\theta = v_1 / v_2 = \lambda_1 / \lambda_2$$





معامل الانكسار المطلق n

$$n = C / v = \sin\phi / \sin\theta$$

معامل الانكسار المطلق للهواء = 1 $n_{هواء} = C / C = 1$

س: علل؟ ...معامل الانكسار المطلق لأى وسط شفاف أكبر من الواحد الصحيح ؟

....

....

العلاقة بين معاملى الانكسار النسبي و المطلق لوسطين :

$$\because\ {}_1n_2 = \frac{v_1}{v_2} \qquad \because\ n_2 = \frac{C}{v_2} \qquad \because\ n_1 = \frac{C}{v_1}$$

بالتعويض عن v_1, v_2 يكون

$${}_1n_2 = \frac{v_1}{v_2} = \frac{c}{n_1} \times \frac{n_2}{c} = \frac{n_2}{n_1}$$

و عموما فان :

$${}_1n_2 = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{{}_2n_1} = \frac{\sin\varphi}{\sin\theta} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

قانــون ســــــــنل:

$$\because\ {}_1n_2 = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin\phi}{\sin\theta}$$

$$\therefore n_1 \sin\phi = n_2 \sin\theta$$

قانون سنل :

(معامل الانكسار المطلق x جيب زاوية السقوط) = (معامل الانكسار المطلق x جيب زاوية الانكسار)

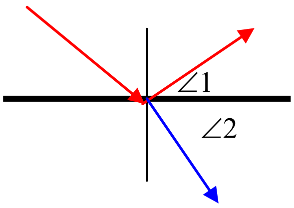
للوسط الأول — للوسط الثانى

أمثــلة ...

-1 احسب معامل الانكسار النسبي إذا كانت زاوية السقوط 60° فى الوسط الأول و زاوية الانكسار 30° في الوسط الثانى....؟

2 – إذا كانت سرعة الضوء في الهواء 3×10^8 m/s ومعامل الانكسار المطلق للماس 2.419 احسب سرعة الضوء في الماس ...؟

3 - سقط شعاع ضوئي على سطح زجاج فانكسر بعضه و انعكس الباقي احسب الزاوية المحصورة بين الشعاعين المنكسر و المنعكس إذا كانت زاوية السقوط 58° و معامل المطلق للزجاج 1.6



-4 إذا كان معامل الانكسار المطلق للماء 4/3 و للزجاج 3/2 فاحسب معامل الانكسار النسبي من الماء للزجاج و كذلك من الزجاج للماء ....؟

استكشاف 1

قانون سنل

حساب معامل الانكسار

الأدوات

متوازي مستطيلات زجاجي / ورقة / مسطرة / منقلة / قلم رصاص /

الخطوات

1. نضع متوازي المستطيلات الزجاجي على الورقة و نرسمه ثم نبعده عن الورقة
2. نرسم عمود على أحد الاوجه و نسقط شعاع بزاوية معينة
3. نضع متوازي المستطيلات و ننظر الى الجانب الاخر حتى نرى الشعاع الساقط نرسم شعاع خارج على استقامة هذا الشعاع الساقط
4. نبعد متوازي المستطيلات و نصل خط مستقيم بين نقطتي السقوط و الخروج
5. نقيس كلا من زاوية السقوط و زاوية الخروج و زاوية الانكسار
6. نكرر العمل باسقاط الشعاع بزوايا اخرى و نسجل زوايا الانكسار

الملاحظات

....
....
....
....
....

التحليل و التفسير

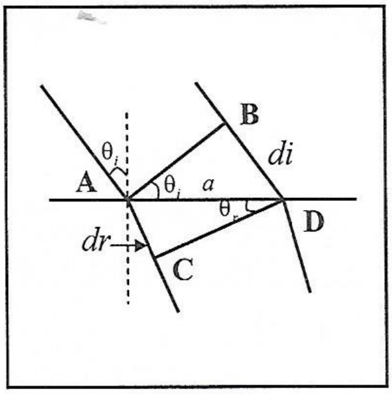
....

....

....

....

....



الانعكاس الكلي الداخلي

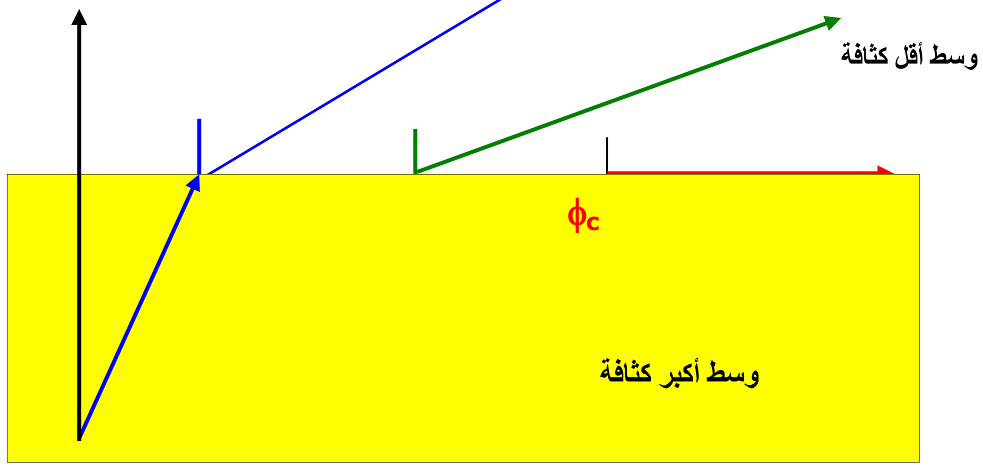
عندما ينتقل الضوء من وسط أقل كثافة ضوئية (كالهواء) إلى وسط أكبر كثافة ضوئية كالزجاج فانه ينكسر مقتربا من العمود ...والعكس صحيح

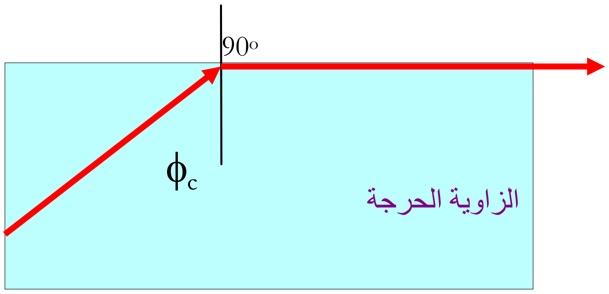
بمعنى أنه عندما يسقط من وسط أكبر كثافة ضوئية إلى وسط أقل كثافة ضوئية فانه ينكسر مبتعدا عن العمود .

وبزيادة زاوية السقوط تدريجيا تزداد زاوية الانكسار كما بالشكل .....

حتى نصل لزاوية انكسار مقدارها 90^o حيث يخرج الشعاع المنكسر مماسا (منطبقا) للسطح الفاصل ...

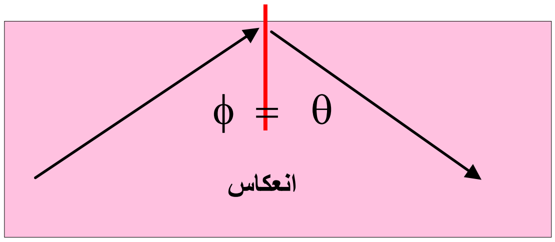
عندئذ تكون زاوية سقوطه فى الوسط الأكبر كثافة هي الزاوية الحرجة ϕ_c





الزاويــة الحرجــة ϕ_c:

هى زاوية سقوط فى الوسط الأكبر كثافة ضوئية تقابلها زاوية انكسار في الوسط الأقل كثافة ضوئية مقدارها 90^o..



و عندما يسقط الشعاع الضوئي في الوسط الأكبر كثافة ضوئية بزاوية أكبر من الزاوية الحرجة فانه ينعكس انعكاسا كليا في نفس الوسط حيث نطبق عليه قوانين الانعكاس

حساب معامل الانكسار لوسط بمعرفة الزاوية الحرجة :

بتطبيق قانون سنـل :

$$\because n_1 \sin\phi = n_2 \sin\theta$$

على الزاوية الحرجة:

أى أن معامل الانكسار النسبى من الوسط الأكبر كثافة ضوئية للوسط الأقل كثافة يساوى جيب الزاوية الحرجة بينهما :

$${}_1n_2 = \sin\phi_c$$

$$n_1 \sin\phi_c = n_2 \sin 90$$

$$n_1 \sin\phi_c = n_2$$

$$\sin\phi_c = n_2 / n_1$$

عندما يكون الوسط الأقل كثافة هو الهواء فان $n_2 = 1$

و عليه فان : $\sin \phi_c = 1 / n_1$

معامل الانكسار المطلق = مقلوب جيب الزاوية الحرجة بينهما

(لوسط أكبر كثافة من الهواء)

مثال 1: إذا كان معامل الانكسار المطلق للماء 1.33 و للزجاج 1.6 احسب الزاوية الحرجة بينهما

....

....

مثال2 : إذا كانت سرعة الضوء فى الهواء 3×10^8 m/s وسرعته فى الماس 1.33×10^8 m/s احسب الزاوية الحرجة بينهما.

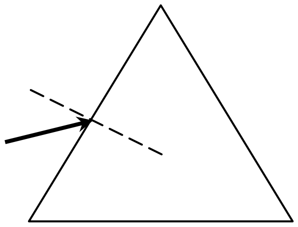
....

....

....

تطبيقات ...

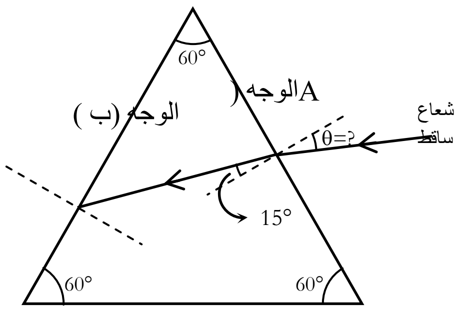
1. في الشكل المجاور منشور ثلاثي معامل انكسار مادته (1.4) وزاوية رأسه (50°) موضوع في الهواء، يسقط عليه ضوء أحادي اللون بزاوية سقوط (30°)، علماً بأن ($C = 3 \times 10^8$ m/s) أجيب عما يلي:



أ. تتبع بالرسم مسار الشعاع داخل وخارج المنشور.

ب. احسب زاوية خروج الضوء من الوجه الآخر للمنشور.

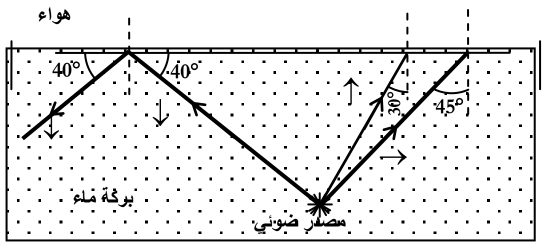
2. يسقط شعاع ضوئي من الهواء بزاوية (θ) على منشور زجاجي معامل انكسار الضوء لمادته (1.51) فيتابع مساره في المنشور منكسراً بزاوية (15°) كما هو مبين في الشكل المجاور. **أجب عمّا يلي:**



أ/احسب زاوية سقوط الشعاع على الوجه (A) للمنشور.

ب/أكمل بالرسم مسار الشعاع حتى يخرج من المنشور.

3.يُوضِّح الشكل المجاور مسارات مختلفة للضوء المنطلق من مصدر ضوئي مثبت عند قاع بركة سباحة، إذا كان معامل انكسار الضوء في الماء ($\sqrt{2}$)



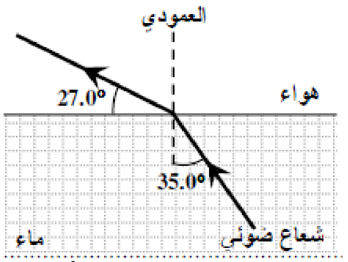
أجب عمّا يلي :

1- احسب مقدار الزاوية الحرجة لشعاع عندما ينتقل من ماء البركة إلى الهواء.

2- أكمل مسار كل من الشعاعين (↑ ، →).

3- فسّر ارتداد الشعاع ↓ للماء.....................................

مسألة 3:جد الزاوية الحرجة للضوء المنتقل من الجلسرين n=1.47 إلى الهواء n=1.0.



مسألة 4:ينفذ شعاع ضوئي من سائل إلى الهواء كما يظهر في الشكل

المجاور.احسب معامل انكسار الضوء في السائل .

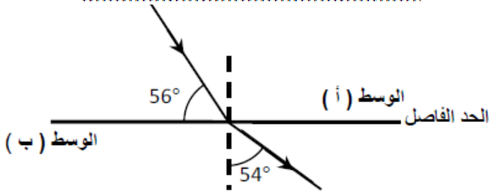
4. يبين الشكل المجاور شعاعاً ضوئياً يجتاز حداً فاصلاً بين

وسطين شفافين (أ) و (ب) أجب عما يلي

أ.ما الظاهرة الضوئية التي حدثت للشعاع عندما

اجتاز الحد الفاصل بين الوسطين ....

ب .ماذا يحدث لسرعة الضوء عند انتقاله إلى الوسط (ب).........



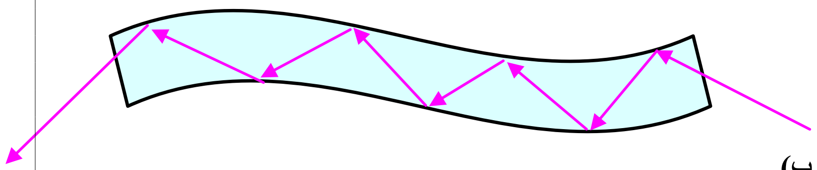
تطبيـــيقات على الانعكـــــاس الكــــــلى:

1- الألياف الضوئية :

الليفة الضوئية عبارة عن أنبوبة رفيعة مصمتة من مادة شفافة مرنة قابلة للانثناء .

فكـــرة عملها:

عند سقوط (دخول) الضوء من أحد طرفي الليفة فانه يعانى من انعكاسات كلية متتالية وذلك لأن زاوية سقوطه على الجدار الداخلي تكون دائما أكبر من الزاوية الحرجة ϕ_c حتى يخرج من الطرف المقابل بكامل طاقته



استخـــداماتها :

1- الفحوص الطبية باستخدام المناظير الطبية (الاندوسكوب)

2- إجراء العمليات الجراحية باستخدام أشعة الليزر (قطع – لحــام الأنسجة) وذلك بتوجيه أشعة الليزر بواسطة الألياف الضوئية.

3- نقل الإشارات الكهرومغناطيسية بتحميلها للضوء ودفعه في كابل من الألياف الضوئية كما في الاتصالات الحديثة والانترنت فائق السرعة.

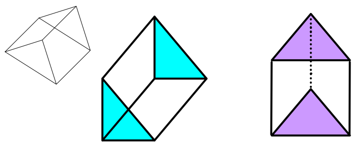
معلــومة اثرائـية:

فراء الدب الأبيض في المناطق القطبية شديدة البرودة هو بمثابة ملايين من الألياف الضوئية التي تنقل الضوء بكامل طاقته إلى جلده الأسود الذي يمتص معظمه مسببا الإحساس بالدفء .

2- المنشــور العاكـــس:

عبارة عن منشور ثلاثي قاعدته مثلث قائم الزاوية متساوي الساقين

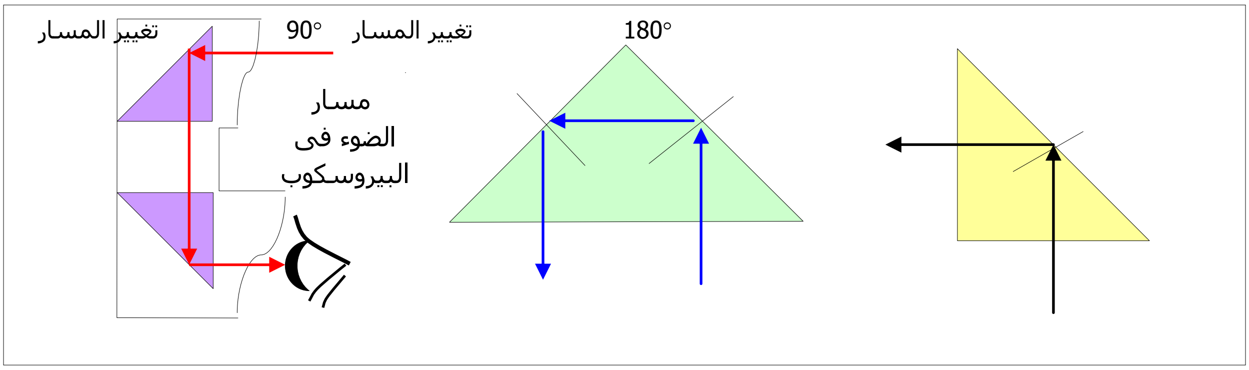
(زواياه 90^o , 45^o , 45^o) .



فكـــرة عملـه: **نظرا لأن معامل الانكسار المطلق للزجاج =1.5 فان الزاوية الحرجة له مع الهواء $\phi_C = 42^o$ و عند سقوط الضوء على السطح الداخلي لأوجهه المستطيلة بزاوية أكبر من 42^o فانه ينعكس انعكاسا كليا**

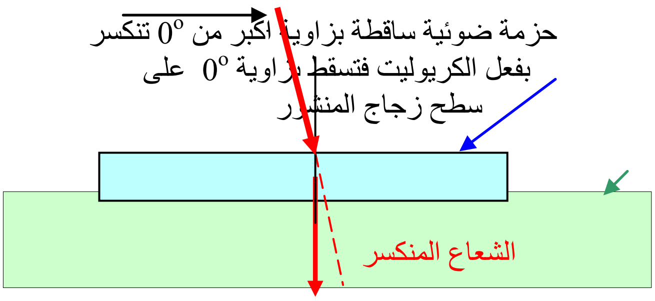
استخــــــدامه: **تغيير مسار الحزمة الضوئية بزاوية مقدارها 90^o أو 180^o**

ويستفاد من ذلك في إضاءة الأماكن المنخفضة بضوء الشمس , والتطبيق في بعض الآلات البصرية (البيروسكوب ..في الغواصات ومناظير الميدان العسكرية.



عـــــلل :
يفضل استخدام المنشور العاكس في تغيير مسار الضوء عن استخدام الأسطح عاكسة مثل المرايا و الأسطح المصقولة ..؟
....
....

عـــــلل: يغطى السطح الخارجي للمنشور العاكس بطبقة رقيقة من مادة الكريوليت (فلوريد الألومونيوم أو الماغنسيوم)...؟
مادة الكريوليت مادة شفافة معامل انكسارها أقل من معامل انكسار الزجاج فتعمل على جعل زاوية انكسار الأشعة (التى تسقط بزاوية أكبر من الصفر) مساوية للصفر أي عمودية على سطح المنشور وبالتالي نستفيد من كامل الطاقة الضوئية الساقطة على سطح المنشور العاكس , كما أنها تعمل على حماية سطح المنشور .....

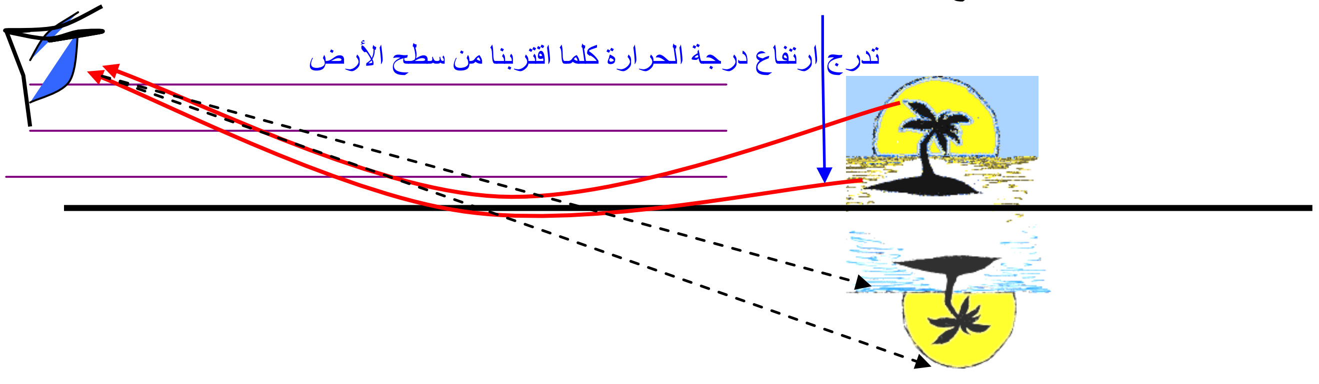


3- السراب

ظاهرة تحدث نهارا في الأماكن شديدة الحرارة حيث تتكون صورة مقلوبة للأجسام البعيدة عن الناظر فتبدو كما لو كانت معكوسة عن سطح الماء .

تفسير ظاهرة السراب :

- نظرا لارتفاع درجة حرارة طبقات الهواء القريبة من سطح الأرض فان كثافتها تقل عن كثافة الطبقات التي تعلوها ,ويترتب على ذلك أن تكون معاملات انكسار الضوء لطبقات الهواء العليا (الأبرد) أكبر من تلك التي تكون أسفلها. أي أن هناك انحدار تدريجي لمعامل انكسار من الطبقات العليا إلى الطبقات السفلي.
- وعند تتبع مسار شعاع ضوئي صادر من قمة جسم (كالنخلة) فانه يعانى من عدة انكسارات متتالية مبتعدا عن العمود حيث تزداد زاوية سقوطه تدريجيا من طبقة لأخرى وبالتالى تزداد زاوية انكساره تدريجيا كلما اقتربنا من سطح الأرض .
- وعندما تكون زاوية سقوطه على إحدى الطبقات أكبر من الزاوية الحرجة فانه ينعكس انعكاسا كليا متخذا مسارا منحنيا لأعلى . وحينما تستقبله العين فإنها ترى صورة لما ينقله الشعاع على امتداده فترى صورة مقلوبة أسفل الجسم الصادر منه أشعة الضوء فتبدو كما لو كانت صورة معكوسة من سطح الماء .



ملحوظـــــة:

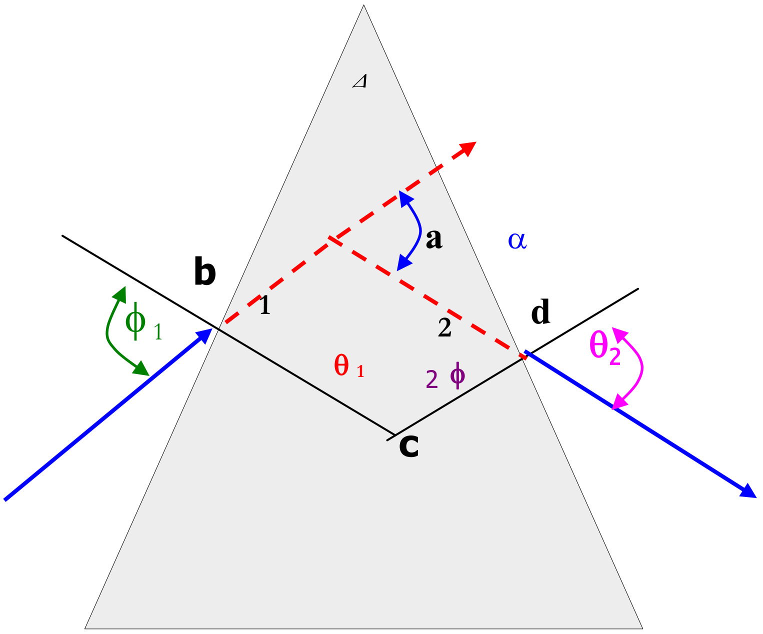
* بارتفاع درجة حرارة الهواء تقل كثافته ويقل معامل انكساره المطلق ,
* وبانخفاض درجة حرارة الهواء تزداد كثافته ويزداد معامل انكساره المطلق.
* تحدث ظاهرة السراب المعكوس في المناطق القطبية لنفس السبب.

الانحراف في المنشور الثلاثى

عند تتبع مسار شعاع أحادى الطول الموجي (λ) ساقط على أحد أوجه منشور ثلاثي نجد أنه ينحرف عن مساره بزاوية انحراف $\propto$ وذلك لانكساره مرتين ,

زاويـة الانحـراف: (α)

هي الزاوية الحادة المحصورة بين امتدادي الشعاعين الساقط و الخارج في المنشور الثلاثي . ...ويمكن حسابها كالتالي......



من الرسم:

A =زاوية رأس المنشور (وتكون في اتجاه الشعاع الساقط)

ϕ_1 = زاوية السقوط الأولى **ϕ_2 = زاوية السقوط الثانية**

θ_1 = زاوية الانكسار الأولى **θ_2 = زاوية الخروج**

$\propto$ = زاوية الانحراف

العلاقة بين زاوية الانحراف والزوايا الأخرى:

من هندسة الشكل a b c d (وهو شكل رباعى) فان:

$\angle A = \angle \theta_1 + \angle\phi_2$, $\angle 1 = \angle\phi_1 - \angle\theta_1$, $\angle 2 = \angle \theta_2 - \angle\phi_2$

$\propto = \angle 1 + \angle 2 = (\angle\phi_1 - \angle\theta 1) + (\angle \theta_2 - \angle\phi_2)$

$\propto = (\phi_1 + \theta_2) - (\theta_1 + \phi_2)$

$$\propto = \phi_1 + \theta_2 - A$$

زاوية الانحراف =مجموع زاويتي السقوط و الخروج _ زاوية رأس المنشور

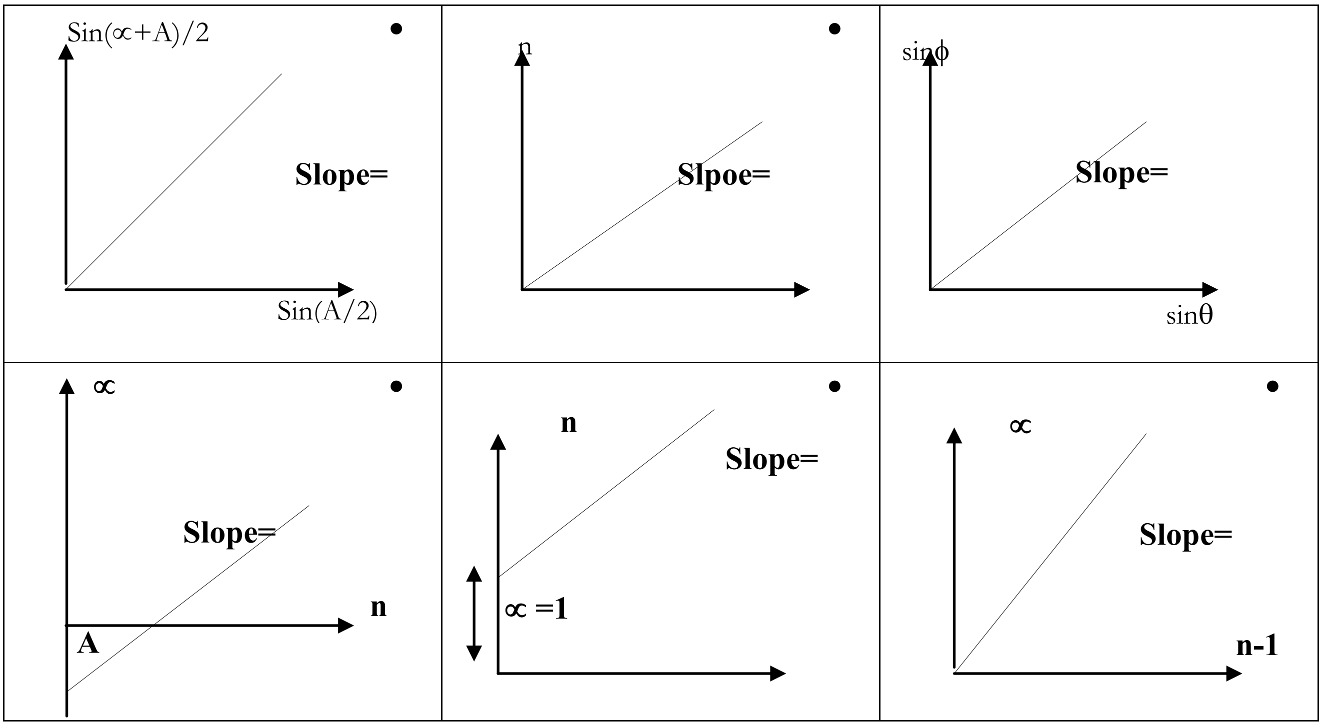
العوامل التى توقف عليها زاوية الانحراف فى المنشور الثلاثى

وتتوقف زاوية الانحراف فى المنشور الواحد على:

زاوية رأسه (**A**) و على زاوية السقوط (**ϕ**) ومعامل الانكسار المطلق لمادته **(n)**

تطبيقات ...

أكتب ما يساويه الميل فى المنحنيات التالية :



- **علل ما يأتي:**

1- معامل الانكسار المطلق لأى وسط يكون دائما أكبر من الواحد الصحيح.
2- يحلل المنشور الثلاثى الضوء الأبيض لألوانه السبعة المعروفة.
3- يفضل المنشور العاكس عن المرآة المستوية فى بعض الآلات البصرية
4- تستخدم الألياف الضوئية فى نقل الطاقة الضوئية فى الاتصالات الحديثة
5- قد يكون معامل الانكسار النسبى لوسطين أقل من الواحد الصحيح
6- حدوث السراب على الطرق السريعة فى أيام الصيف الحارة
7- رؤية أقواس الطيف فى الأيام الرطبة والمشمسة شتاء
8- زاوية انحراف اللون الأحمر أقل من زاوية انحراف اللون البنفسجي
9- تبدو الأسماك أقرب إلى سطح الماء فى حوض الأسماك عند النظر إليه من أعلى
10- فى المنشور الثلاثى يمكن أن يخرج شعاع الضوء من نفس الوجه الذى سقط عليه
11- قد لا ينكسر الشعاع الضوئى الساقط من الهواء على سطح زجاجي شفاف
12- لا يتحلل الضوء بواسطة متوازى المستطيلات الزجاجي
13- يغطى سطح المنشور العاكس بطبقة من الكريوليت
14- لا يرى الشخص الجالس أمام حوض حمام السباحة الممتلئ كل قاع الحوض
15- يستطيع خبير المجوهرات التمييز بين الماس والزجاج بمجرد النظر.
16- قد يخفت أو يختفى شعاع ضوئي ساقط على سطح عاكس.

ماذا نقصد بقولنا أن:

1) معامل الانكسار المطلق للماس =2.45
2) معامل الانكسار النسبى من الماء للزجاج=9/8
3) زاوية الانحراف فى المنشور الثلاثى = 30°
4) الزاوية الحرجة بين الماء والزيت = 47°
5) معامل الانكسار المتوسط لزجاج المنشور = 1.5
6) معامل الانكسار المطلق للضوء = 1

المرايا

المرآة المستوية

تكون الصور بالمرآة المستوية:

إذا و قفت أمام مرآة مستوية سوف ترى صورة نفسك و التى لها الخصائص التالية :

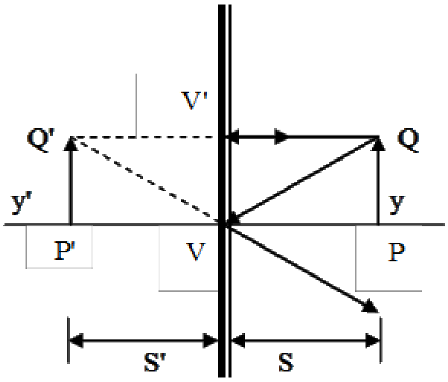
1- الصورة معتدلة .

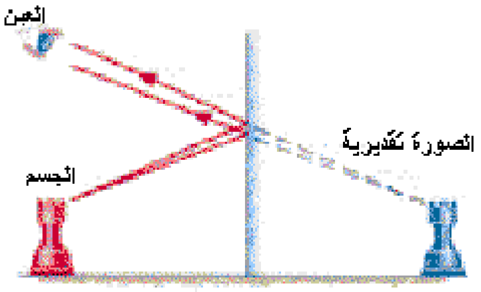
2- الصورة لها نفس حجمك .

3- تقع الصورة خلف المرآة على نفس بعدك من المرآة.

4- الصورة معكوسة يمينا و يسارا . فإذا لوحت بيدك اليمنى ترى أن اليد اليسرى للصورة هى التى تتحرك . كذلك فإنك إذا وضعت كتابا مثلا أمام المرآة ستجد ان الكتابة فى الصورة معكوسة و لهذا السبب فإن كلمة "إسعاف" التى تكتب على مقدمة سيارات الإسعاف تكتب معكوسة ليراها سائق السيارة التى أمامها فى مرآة سيارته معتدلة و يفسح لها الطريق .

ولتوضيح أن الصورة تتكون خلف المرآة نستعين بالشكل (11) الذى يوضح جسم موضوع أمام مرآة مستوية. يخرج شعاع ضوئى من نقطة على الجسم و ينعكس على سطح المرآة بحيث تكون زاوية السقوط مساوية لزاوية الانكسار ثم يسقط الشعاع على العين فيظهر للعين كأنه آتيا من خلف المرآة .





شكل (١١) تكون الصورة فى المرآة المستوية

و فى الواقع فإن كل نقطة من نقاط سطح الجسم تخرج منها الأشعة فى جميع الاتجاهات و لكن حزمة صغيرة منها تدخل إلى العين . و الشكل يوضح مسار أثنين من هذه الأشعة و يتضح من الشكل أنه ليس هناك أشعة تخرج من الصورة و لكن الأشعة التى تخرج من كل نقطة من نقاط الجسم و تنعكس على المرآة تبدو آتية من نقط مقابلة من الصورة و لذلك تسمى هذه الصورة تخيلية أو تقديرية

تعدد الصور فى المرايا المستوية

إذا وضع جسم بين مرآتين مستويتين تحصران بينهما زاوية فإنه يتكون لهذا الجسم عدد من الصور نتيجة للإنعكاسات المتعددة التى تحدث على سطحى المرآتين . و يعتمد عدد الصور المتكونة على الزاوية بين المرآتين و يزداد هذا العدد كلما صغرت الزاوية بين المرآتين ، فإذا أصبحت المرآتان متوازيتين يصبح عدد الصور المتكونة لجسم موضوع بينهما لانهائيا .

عدد الصور المتكونة لجسم بين مرآتين يحصران زاوية قائمة :

و بصفة عامة فإن العلاقة بين عدد الصور (n) و الزاويا (□) بين المرآتين يعطى بالمعادلة:

$$n = \frac{360}{\theta} - 1$$

من هذه المعادلة نجد أنه إذا كانت الزاوية بين المرآتين 90 درجة تكونت للجسم الموضوع أمامهما ثلاث صور.
باعتبار العلاقة بين عدد الصور و الزاوية بين المرآتين نجد أنه عندما تكون المرآتين متوازيتين أى أن الزاوية بينهما صفرا فإن عدد الصور المتكونة لجسم موضوع بينهما لانهائيا .

الاستكشاف 2

الصور المتكونة في المرآة المستوية

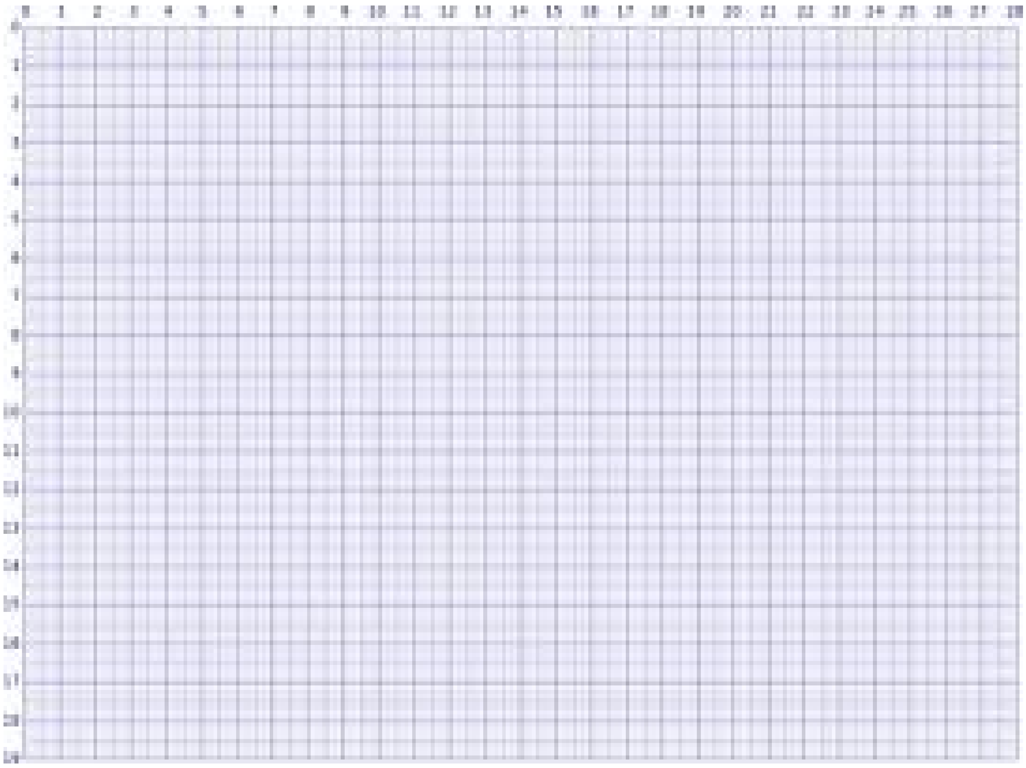
سؤال علمي ؟؟؟

ما خصائص الصور المتكونة في المرآة المستوية ؟؟

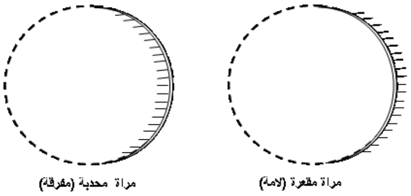
(يمكن انجاز الاستكشاف ببرنامج تمساح الفيزياء)

<u>**التحليل و التفسير**</u>

....
....
....
....



المرايا الكروية



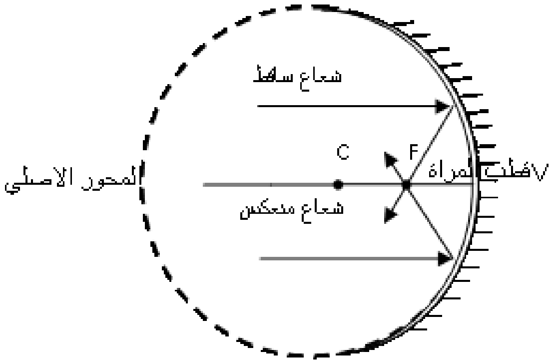
شكل (5-5)

المرآة المحدبة

....

المرآة المقعرة

....



1- مركز التكور (c)

هو مركز الكرة التي تكون المرآة جزء منها.

2- قطب المرآة (v) أو (A)

هو مركز المرآة نفسها.

3- نصف قطر التكور (R)

وهو المسافة بين مركز التكورC وقطب المرآة V .

4- المحور الأصلي

هو المحور الذي يصل بين مركز التكور وقطب المرآة.

5- البؤرة (F)

هي النقطة التي تتجمع فيها الأشعة الموازية للمحور الأصلي ، وتسمى في هذه الحالة بؤرة حقيقية (في المرآة المقعرة). أوهي النقطة التي تبدو وكأن الأشعة الموازية للمحور الأصلي تتفرق منها ، وتسمى في هذه الحالة بؤرة تقديرية (في المرآة المحدبة). وتكون البؤرة في منتصف المسافة بين مركز التكورC وقطب المرآة V .

6- البعد البؤري (f)

هو المسافة بين البؤرة F وقطب المرآة V

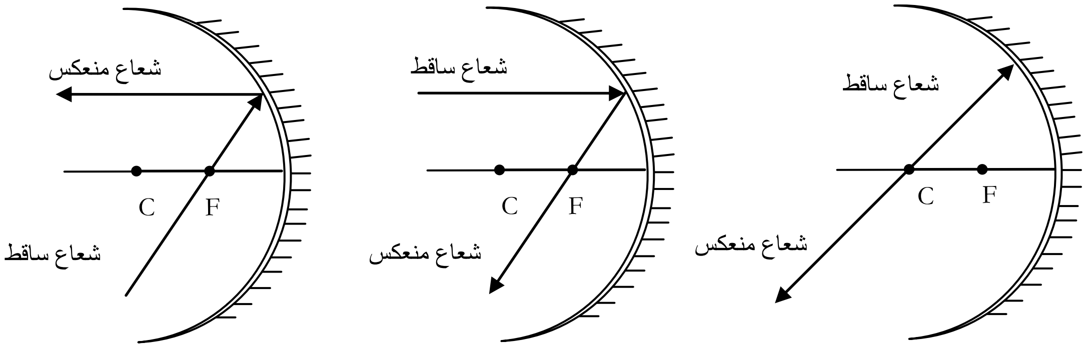
تحديد موضع و خواص الصورة المتكونة بالمرآة المقعرة

يمكن تحديد موقع وطبيعة الصور المتكونة بواسطة المرايا الكرية برسم اثنين من ثلاث أشعة يمكن رسمها بسهولة وهي موضحة على الترتيب بالشكل التالي كما يلي:

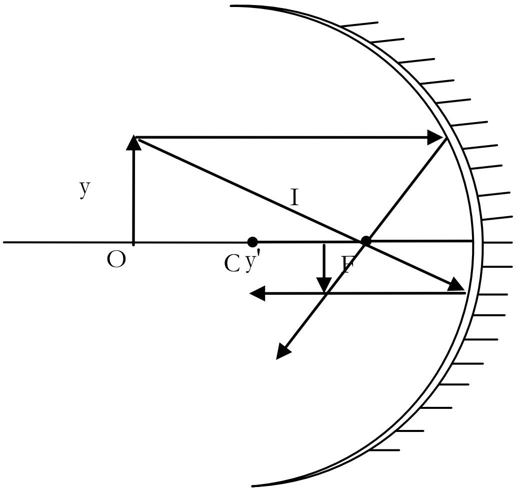
1- شعاع مار بمركز التكور فينعكس على نفسه (شكل 5-7 .

2- شعاع موازي للمحور الأصلي فينعكس في البؤرة.

3- شعاع مار بالبؤرة فينعكس موازيا للمحور الأصلي.

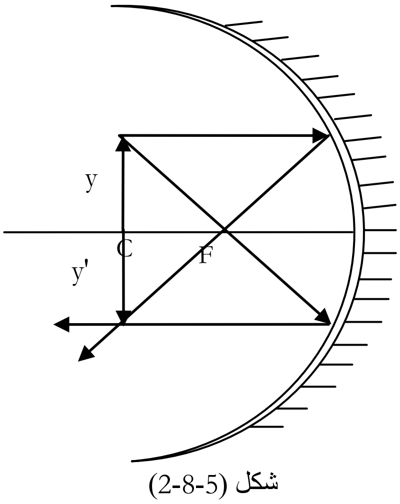


فإذا تكونت صورة لجسم أمكن استقبالها على حائل فان الصورة تكون حقيقية (الصورة الحقيقية هي التي تظهر أمام المرآة) أما إذا لم يمكن استقبالها على حائل تكون صورة تقديرية (الصورة التقديرية هي التي تظهر خلف المرآة), والأشكال (من 5-8-1 إلى 5-8-5) التالية توضح موقع وطبيعة الصورة المتكونة بواسطة المرآة المقعرة.



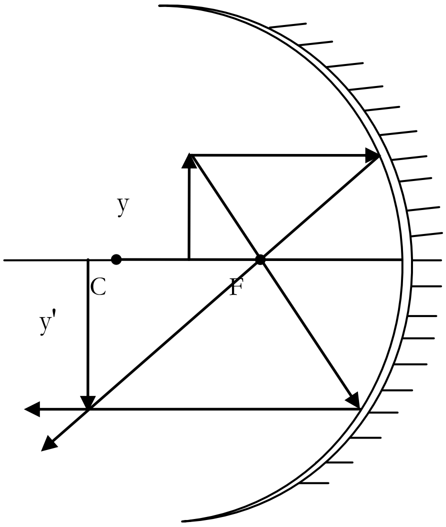
شكل (5-8-1)

عندما يكون الجسم على بعد أكبر من مركز التكور، تتكون له صورة حقيقية مقلوبة أصغر من طول الجسم

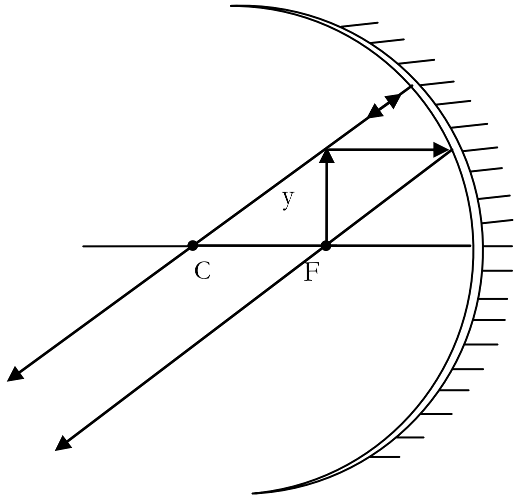


شكل (5-8-2)

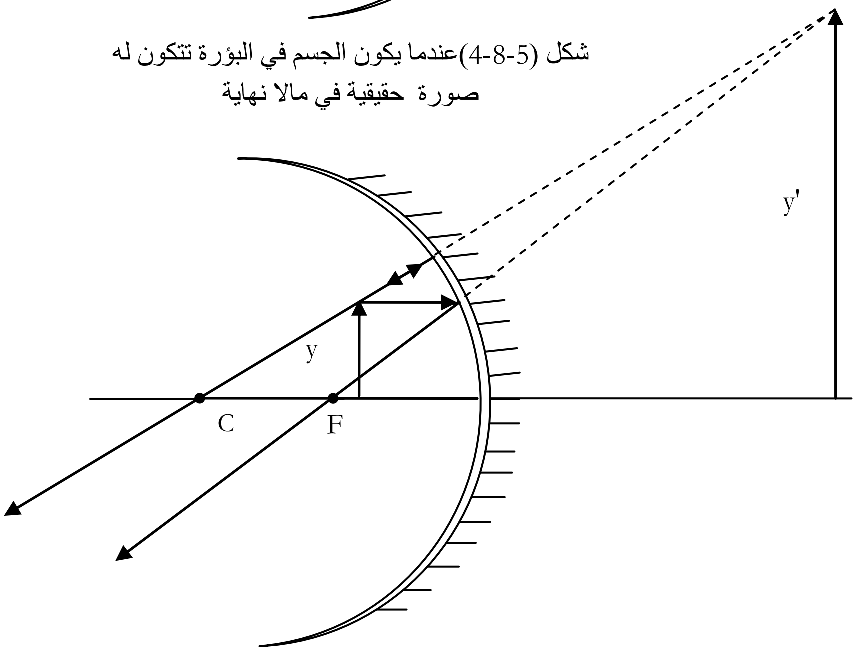
عندما يكون الجسم عند مركز التكور تتكون له صورة حقيقية عند نفس المسافة و تكون الصورة مقلوبة و طولها يساوي طول الجسم



شكل (5-8-3)عندما يكون الجسم بين مركز التكور والبؤرة تتكون صورة حقيقية مقلوبة اكبر من طول الجسم



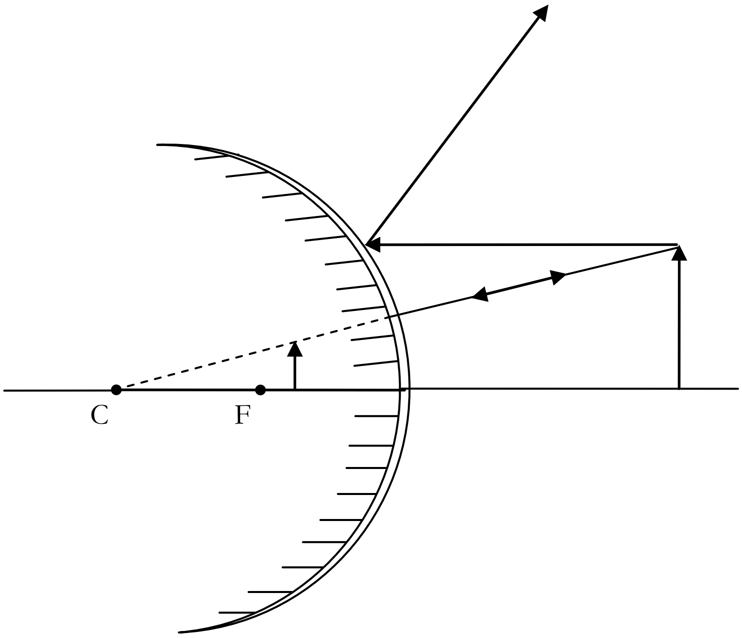
شكل (5-8-4)عندما يكون الجسم في البؤرة تتكون له صورة حقيقية في مالا نهاية



شكل (5-8-5)عندما يكون الجسم على بعد أقل من البعد البؤري تتكون له صورة تخيلية معتدلة مكبرة

الصورة المتكونة بالمرآة المحدبة

عندما تكون المرآة محدبة , أي أن بؤرتها تقديرية , فإن جميع الصور المتكونة للجسم تكون صورا تقديرية معتدلة ، والشكل (9-5) يوضح أحد هذه الحالات:



شكل (9-5)

جميع الصور المتكونة للجسم تكون صوراً تقديرية معتدلة

القانون العام للمرايا الكروية

مقلوب البعد البؤري = مقلوب بعد الجسم عن المرآة + مقلوب بعد الصورة عن المرآة .

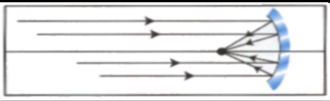
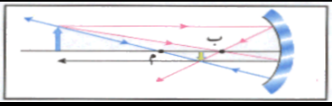
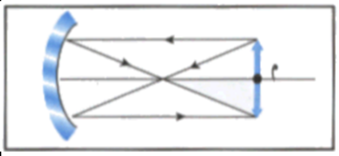
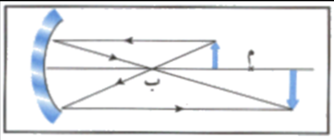
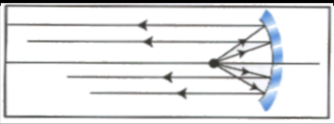
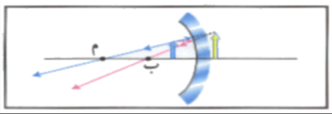
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{do} + \frac{1}{di}$$

المرآة المستوية تعتبر مرآة مقعرة نصف قطر تكورها في المالانهاية .

التكبير هو النسبة بين طول الصورة وطول الجسم أو بعد الجسم.

$$M = \frac{hi}{ho}$$

البعد / الإشارة	+	-
البعد البؤري f	إذا كانت المرآة مقعرة	إذا كانت المرآة محدبة
بعد الجسم d_o	إذا كان أمام المرآة	إذا كان خلف المرآة
بعد الصورة d_i	إذا كانت أمام المرآة	إذا كانت خلف المرآة
طول الجسم h_o	إذا كان اتجاه الجسم لأعلى	إذا كان اتجاه الجسم لأسفل
طول الصورة h_i	إذا كان اتجاه الصورة لأعلى	إذا كان اتجاه الصورة لأسفل
التكبير M	إذا كانت الصورة تقديرية , معتدلة	إذا كانت الصورة حقيقية , مقلوبة .

الحالة	موضع الجسم	موضع الصورة	صفات الصورة	الشكل
1	في اللانهاية (في مكان بعيد)	في بؤرة المرآة	حقيقة ، مقلوبة ، مصغرة جداً	
2	أمام مركز التكور	بين البؤرة ومركز التكور	حقيقة ، مقلوبة ، مصغرة	
3	في مركز التكور للمرآة	في مركز التكور للمرآة	حقيقة ، مقلوبة ، طولها مساوٍ لطول الجسم	
4	بين مركز التكور للمرآة وبؤرتها الأصلية	أمام مركز التكور للمرآة	حقيقة ، مقلوبة ، مكبرة	
5	في اللانهاية	في البؤرة الأصلية للمرآة	مقلوبة حقيقة مكبرة	
6	بين قطب المرآة وبؤرتها	تبدو خلف المرآة	خيالية ، معتدلة ، مكبرة	

االدرس العملي المرايا المحدبة و المقعرة

الهدف من التجربة

....
....

الأدوات

مرآة مقعرة – مرآة محدبة – حاجز أو شاشة بيضاء – حامل مرآة مسطرة – شمعة

العمل

1/ تعتيم المختبر

2/ نضي الشمعة و نضعها على مسافة كبيرة جدا من المرآة المقعرة

3/ نحرك الجهاز حتى نرى نقطة مضيئة أو صورة مصغرة جدا

4/ نقيس المسافة بين الحاجز و المرآة وهي البعد البؤري

5/ نحدد مركز التكور C

6/ نضع شمعة على بعد أكبر من C و نحرك الحاجز حتى نحصل على الصورة

7/ أكملي الجدول

الملاحظات

موضع الجسم	أبعد من C	عند C	بين F وC	عند F	بين F و المرآة
صفات الصورة					

ماذا يحدث عند استبدال المرآة المقعرة بأخرى محدبة ؟؟؟

....
....

ننظر في المرآة نشاهد صورة ....

النتائج

....
....
....
....

العدسات

تعريف العدسات

....

....

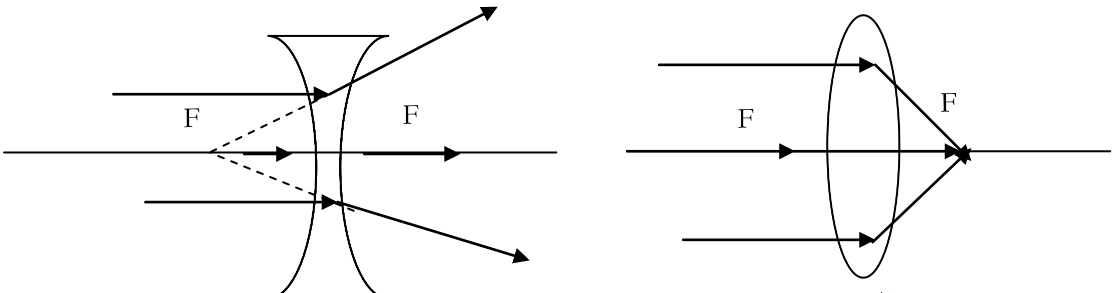
و يوجد نوعين من العدسات و هما

1- العدسة المحدبة convex lens

تسمى أيضا العدسة اللامة conversing lens وذلك لأنها تجمع الأشعة المنكسرة. (شكل 5-10-1)

2- العدسة المقعرة concave lens

تسمى أيضا العدسة المفرقة diverging lens وذلك لأنها تفرق الأشعة المنكسرة. (شكل 5-10-2)



شكل (5-10-2) عدسة مقعرة أو مفرقة

شكل (5-10-1) عدسة محدبة أو لامة

1- **المحور الأصلي Principle** وهو المحور الذي يصل بين مركزي تكور سطحي العدسة ومركز العدسة

2- **المركز البصري optical center** وهو المركز الهندسي للعدسة.

3- **البؤرة(F) Focus** وهي النقطة التي تتجمع فيها الأشعة الموازية للمحور الأصلي (بؤرة حقيقية) ، أوهي النقطة التي تبدو وكأن الأشعة الموازية للمحور الأصلي تنبثق منها(بؤرة تقديرية).

4- **البعد البؤري focal length (f)** هو المسافة بين بؤرة العدسة والمركز البصري لها.

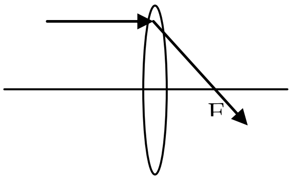
العدسة المحدبة

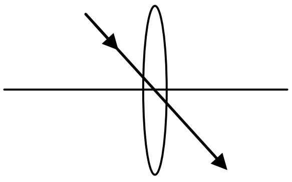
يمكن أن نجد طبيعة الصورة المتكونة بواسطة العدسة الرقيقة وذلك بتحديد تقاطع اثنين من الأشعة التالية:

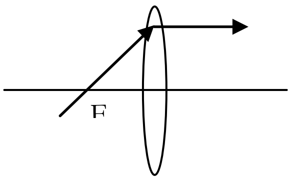
1- شعاع يمر بمركز العدسة فلا يعاني أي انكسار

2- شعاع موازي للمحور الأصلي فينكسر مارا بالبؤرة

3- شعاع مار بالبؤرة فينكسر موازيا للمحور الأصلي

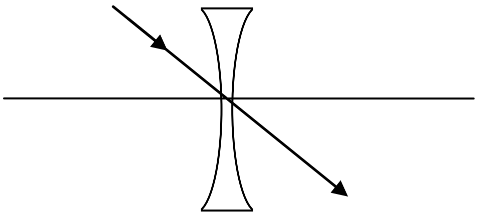




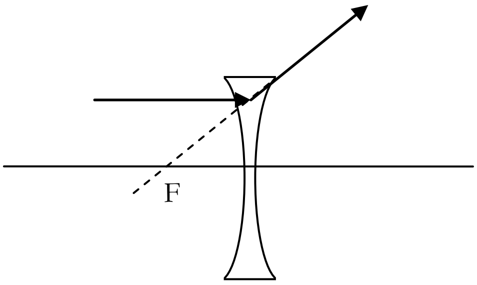


العدسة المقعرة

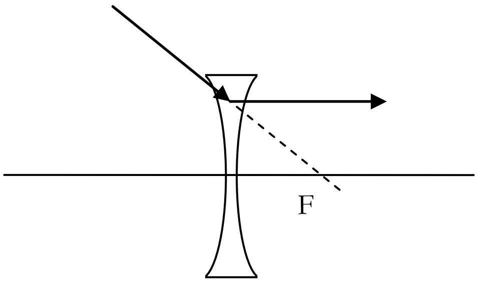
الأشكال التالية توضح كيفية انكسار الأشعة للعدسة المقعرة.



شكل (5-12-1) الشعاع الذي يسقط مارا بمركز العدسة لا يعاني أي انكسار



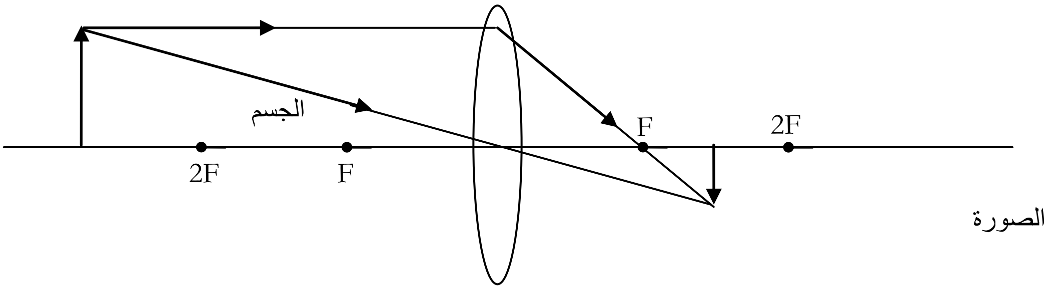
شكل (5-12-2) الشعاع الذي يسقط موازيا للمحور الأصلي للعدسة ينكسر بحيث يمر امتداده بالبؤرة



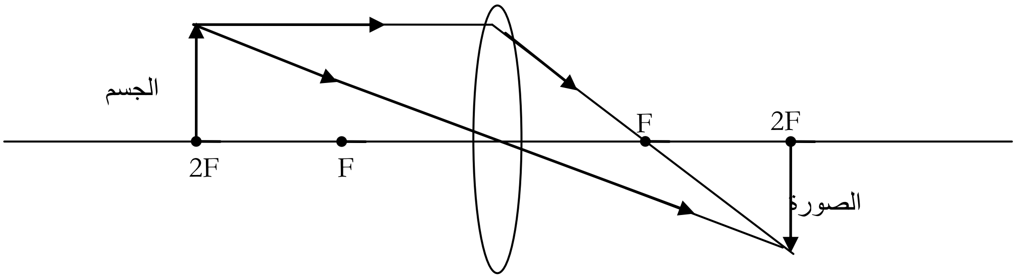
شكل (5-12-3) الشعاع الذي يسقط بحيث يمر امتداده بالبؤرة ينكسر موازيا للمحور الأصلي

كيف تتكون الصور في كل من العدسة المحدبة والعدسة المقعرة وما هي صفاتها؟

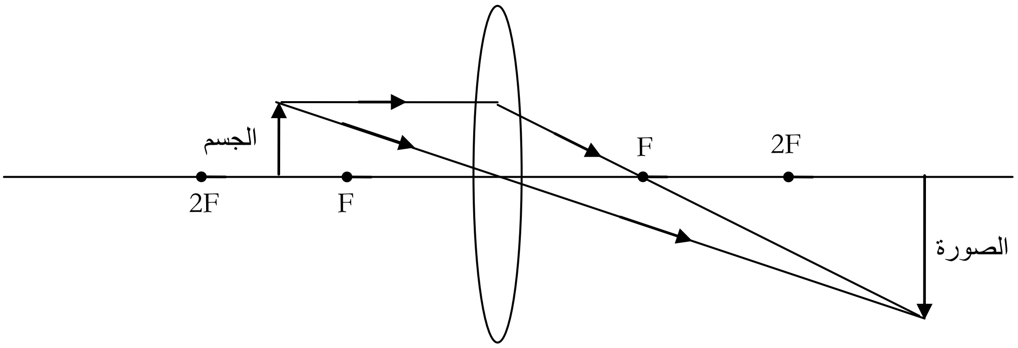
يمكن الإجابة على هذا السؤال من خلال الرسم كما هو موضح بالأشكال التالية (5-12 إلى 5-17) :



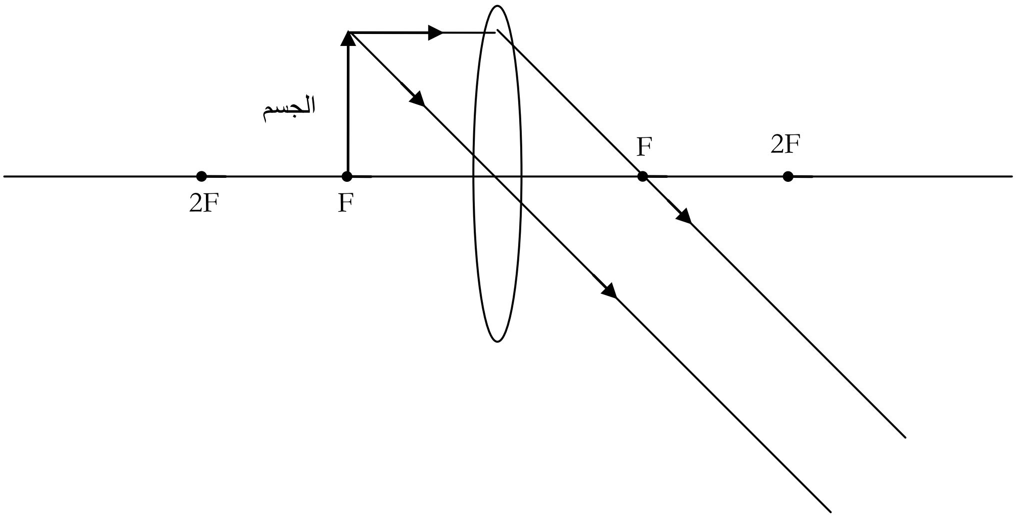
شكل (5-12) تتكون صورة حقيقية مقلوبة مصغرة عندما يكون الجسم على مسافة أبعد من ضعف البعد البؤري.



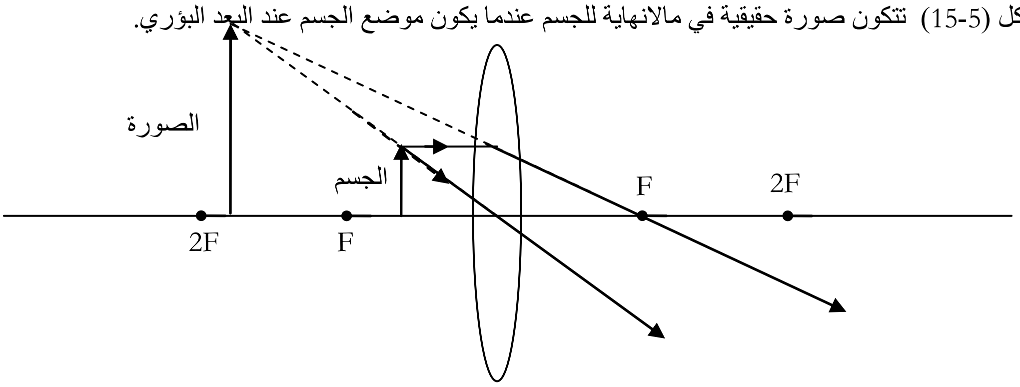
شكل (5-13) تتكون صورة حقيقية مقلوبة مساوية لحجم الجسم عندما يكون الجسم عند ضعف البعد البؤري.



شكل (5-14) تتكون صورة حقيقية مقلوبة مكبرة عندما يكون موضع الجسم بين البعد البؤري وضعف البعد البؤري البؤري.

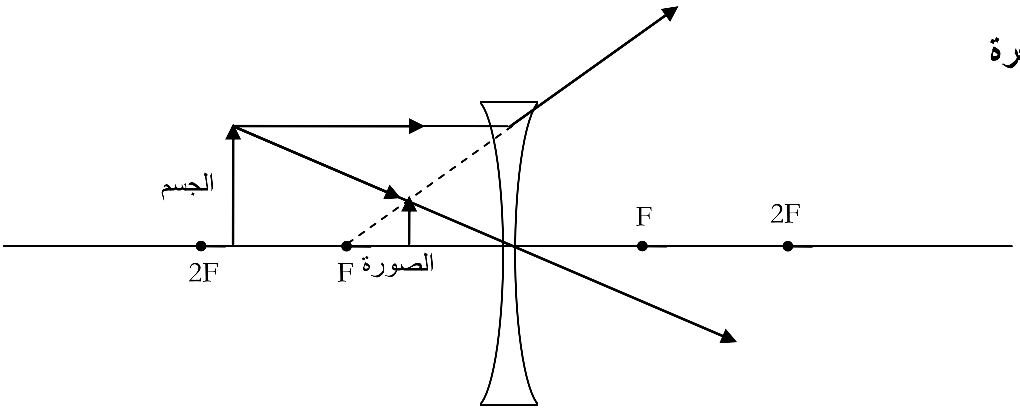


شكل (5-15) تتكون صورة حقيقية في مالانهاية للجسم عندما يكون موضع الجسم عند البعد البؤري.



شكل (5-16) تتكون صورة تقديرية معتدلة مكبرة عندما يكون الجسم بين البعد البؤري ومركز العدسة.

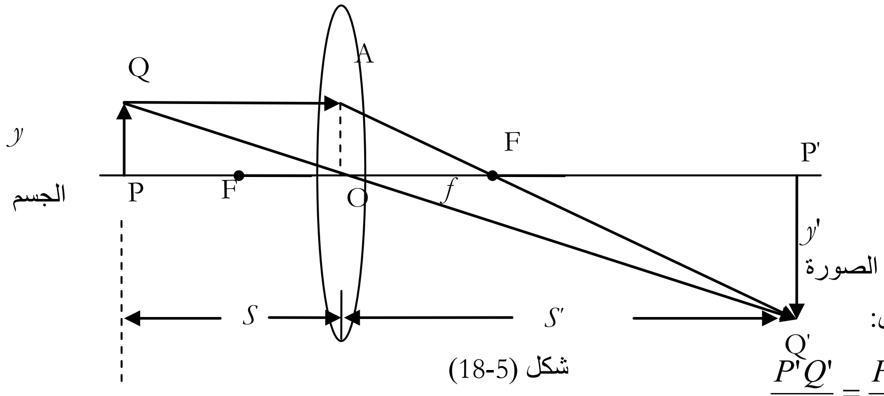
العدسة المقعرة



شكل (5-17) جميع الصور المتكونة في هذه الحالة تكون صورا تقديرية معتدلة مصغرة بغض النظر عن موضع الجسم.

القانون العام للمرايا والعدسات:

هناك علاقة تربط بين موضع الجسم S ، وموضع الصورة S' والبعد البؤري f وسوف نستنتج هذه العلاقة وذلك بالاستعانة بالشكل التالي:



شكل (5-18)

من تشابه المثلثين FP'Q'، FOA نجد أن:

$$\frac{P'Q'}{OA} = \frac{FP'}{FO}$$

$$\frac{y'}{y} = \frac{s'-f}{f} \quad (1)$$

ومن تشابه المثلثين OP'Q'، OPQ نجد أن:

$$\frac{P'Q'}{PQ} = \frac{P'O}{PO}$$

$$\frac{y'}{y} = \frac{S'}{S} \quad (2)$$

بمقارنة (1) ، (2) نجد أن

$$\frac{S'}{S} = \frac{S'-f}{f} = \frac{S'}{f} - 1$$

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{f} - \frac{1}{S'}$$

$$\boxed{\frac{1}{S} + \frac{1}{S'} = \frac{1}{f}} \quad (5\text{-}6)$$

وبالرغم من أن المعادلة (5-6) قد اشتقت للعدسة اللامة فإنه يمكن أن نشتقها للعدسة المفرقة ، وكذلك للمرآة المحدبة والمقعرة ، والمعادلة (5-6)تعرف بالقانون العام للمرايا والعدسات.

ولكن عند استخدام هذا القانون يجب مراعاة التالي:

1- البعد البؤري (f) يكون موجبا في حالة المرآة اللامة(المقعرة) والعدسة اللامة(المحدبة) ويكون سالبا في حالة المرآة المفرقة(المحدبة) والعدسة المفرقة(المقعرة).

2- بعد الجسم S يكون موجبا إذا كان الجسم حقيقيا ، ويكون سالبا إذا كان الجسم غير حقيقي .

3- بعد الصورة S' يكون موجبا إذا كانت الصورة حقيقية وسالبا إذا كانت الصورة تقديرية.

4- جميع المسافات S'-S-f تقاس من مركز المرآة أو العدسة.

وقبل أن نوضح هذا القانون بأمثلة نود أن نشير بأن تكبير العدسة أو المرآة يمكن أن يعبر عنه كما هو واضح من المعادلة (2) كما يلي :

$$\boxed{m = \frac{y'}{y} = \frac{S'}{S}} \quad (5\text{-}7)$$

أي أن التكبير هو النسبة بين طول الصورة وطول الجسم أو بعد الجسم.

مثال

وضع جسم طوله $5cm$ على بعد $4cm$ من مرآة مقعرة بعدها البؤري $5cm$. جد بعد وطول الصورة وكذلك التكبير في المرآة.

....

....

تطبيقات ...

1- احسب سرعة الضوء في زجاج معامل انكساره 1.66 ، علما بأن سرعة الضوء في الفراغ تساوي $2.99\times10^{8}m/s$.

2- ما هو معامل انكسار كلوريد الصوديوم إذا اخترقه الضوء بسرعة $1.99\times10^{8}m/s$ علما بأن $C=2.99\times10^{8}m/s$ للفراغ .

3- سقط ضوء في الهواء بزاوية 30 درجة على سطح لوح زجاجي معامل انكساره 1.66

أ- احسب زاوية انكسار الضوء داخل الزجاج .

ب- هل ينكسر الشعاع مقتربا أم مبتعدا عن العمود المقام ؟

ج- احسب زاوية انحراف الضوء.

4- سقط شعاع ضوئي من الماء $(n_1=1.33)$ بزاوية $(\theta_1=30^0)$ على سطح لوح من الزجاج $(n_2=1.52)$

جد:

أ- اتجاه الشعاع المنعكس $(\theta_r = ?)$.

ب- اتجاه الشعاع المنكسر $(\theta_2= ?)$.

5- عندما وضع جسم أمام مرآة مقعرة على بعد $34cm$ تكونت له صورة مماثلة في الطول ، احسب البعد البؤري للمرآة .

6- جسم طوله $2.5cm$ على بعد $15cm$ من عدسة محدبة فتكونت له صورة على بعد $45cm$ ، جد:

أ- البعد البؤري للعدسة.

ب- طول الصورة.

الدرس العملي العدسات المحدبة و المقعرة

الهدف

....

الأدوات

عدسات محدبة و مقعرة / شاشة / حامل عدسات / مسطرة مترية/ شمعة

العمل

* نضع الشمعة على بعد كبير جدا من العدسة المحدبة و نحرك الحاجز قربا و بعدا من الجانب الاخر للعدسة حتى نحصل على صورة مصغرة جدا نقيس المسافة بين الصورة و العدسة تكون هي البعد البؤري

* نحسب نصف قطر التكور من العلاقة R= 2*f و نحدد النقطة C

* نضع الشمعة على مسافة أكبر من 2f أبعد من C و نحرك الحاجز على الجانب الأخر من العدسة حتى نحصل على الصورة في كل حالة

* نكرر العمل على أبعاد C و بين F وC و عند F و بين F و العدسة ونسجل خواص الصورة في كل حالة

الملاحظات

موقع الجسم	أكبر من f2	عند f2	بين f و f2	بين f و العدسة

عنـــــــد اســـــــتبدال العدســـــــة المحدبـــــــة بـــــــاخرى مقعرة..

الاستنتاج

....

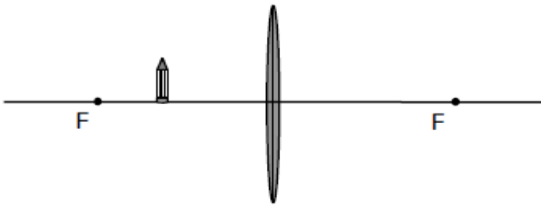
....

....

....

تطبيقات..

1. وضع جسم على بعد 25.0cm أمام عدسة مفرقة بعدها البؤري 20.0cm فان مقدار بعد الصورة التقديريه عن العدسة :
أ. 0.09 ب. 11.1 ج. 1.11 د.9.09
2. صفات الصوره المتكونه بواسطه العدسه في الشكل المقابل :
أ.تقديريه مقلوبه ب.حقيقيه مقلوبه
ج.تقديريه معتدله د.حقيقيه معتدله



3.في العدسة المحدبة تختفي الصورة في اللانهاية عندما يوضع الجسم في :

أ - مركز التكور ب - البؤرة ج – قطب العدسة د – المركز البصري

4.عند وضع الجسم أمام عدسة مقعرة فإن صفات الصورة المتكونة :

أ – خيالية معتدلة مكبرة ب – خيالية معتدلة مصغرة

ج – حقيقية مقلوبة مكبرة د – حقيقية مقلوبة مصغرة

5. العدسة المفرقة هي عدسة :

أ - محدبة ب - مقعرة ج – كروية د – مستوية

6.البعد البؤري للعدسة يعتمد على :

أ – شكل العدسة فقط ب – معامل انكسار مادة العدسة فقط

ج – شكل العدسة و معامل انكسار مادتها د – لا شيء مما سبق

تداخل و حيود الضوء

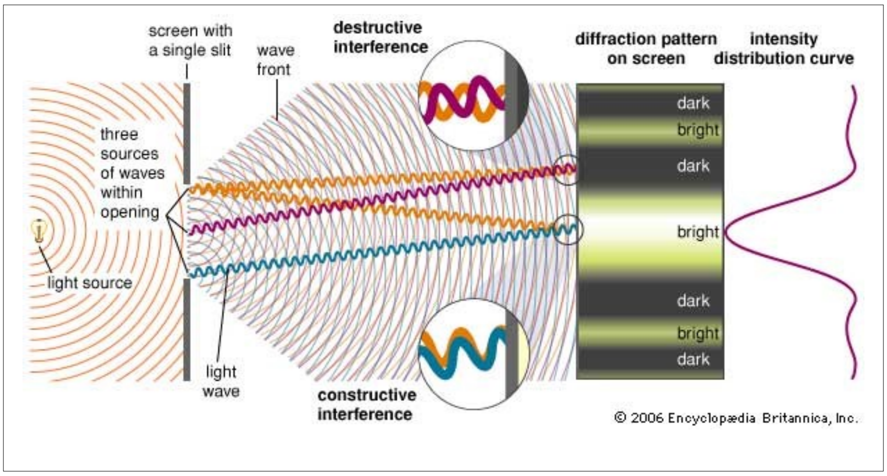
ظاهرة موجية تغير فيها موجات الضوء مسارها عند مرورها خلال فتحة أبعادها مقاربة للطول الموجى للضوء الساقط عليها أو ملامستها لحافة حادة صلبة. مما ينتج عنه تكون هدب تداخل على حائل الاستقبال خلف الفتحة , ويختلف شكل الهدب الناتج باختلاف شكل الفتحة.

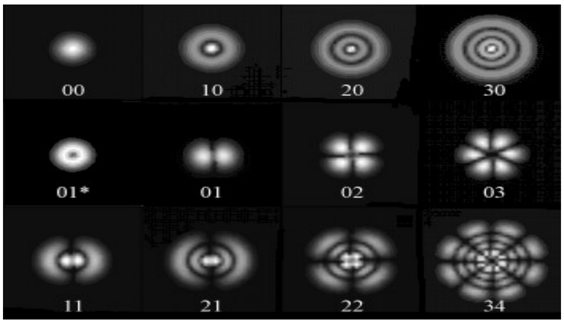
تفسـير حيـود الضــوء:

كان من المتوقع أن تظهر على الحائل بقعة ضوئية مشابهة لشكل الفتحة التى ينفذ منها الضوء
و لكن وجد أن البقعة عبارة عن هدب تداخل ضوئي يختلف شكله باختلاف الفتحة المستخدمة

و السبب في تكون هدب التداخل هو أن :

الحزمة الضوئية عند مرورها بالفتحة الضيقة تتشتت إلى حزم فرعية و ينحني مسارها فتبدو كما لو كانت آتية من عدة مصادر ضوئية مترابطة مركزها هو الفتحة نفسها (أي أن الفتحة تكون بمثابة عدة مصادر مترابطة تشع مويجات ثانوية) و الضوء الساقط من هذه المصادر يتداخل عند حائل الاستقبال بنائيا أو هدميا مكونا هدب التداخل الضوئي **....لاحظ الشكل**





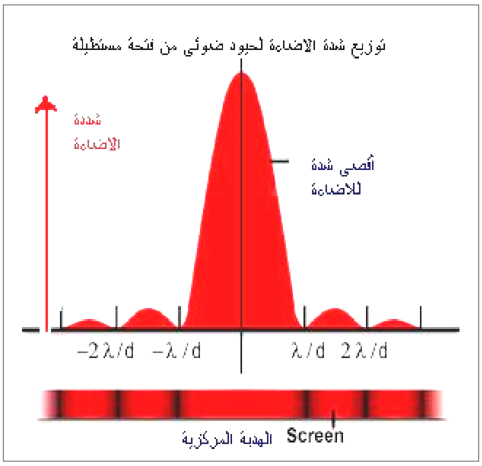
شكل يوضح توزيع الإضاءة على لوح الاستقبال للضوء النافذ من فتحات يتناسب اتساعها مع الطول الموجى للضوء المستخدم فيما يعرف ب

أقراص أيرى

شــــــرط حــــــدوث الحيــــــود

لابد أن تكون أبعاد الفتحة مقاربة للطول الموجى للضوء الساقط عليها .
و عندئذ يكون هدب التداخل أوضح ما يمكن ، و يقل وضوح هدب التداخل كلما زادت أبعاد الفتحة عن الطول الموجى للضوء المستخدم **(علل؟)**

علل : الهدبة المركزية أكثر الأهداب سطوعا...... ؟



ج - لأنها فى الوضع الأمثل للتداخل البنائى (فرق المسار = 0)
كما أن مسار التداخل سيكون الأقل طولا وبالتالى يكون الأكثر سطوعا" بسبب خضوع الضوء لقانون التربيع العكسى

التداخل :

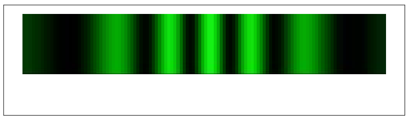
هو تراكب موجات الضوء المنبعثة من مصدرين ضوئيين مترابطين و ينتج عنه تكون مناطق مضيئة تتخللها مناطق مظلمة تعرف بهدب التداخل .

المصادر الضوئية المترابطة :

هي التي تصدر أمواجا ضوئية لها نفس التردد υ و السعة A والطور Phase

هدب التداخل :

مناطق مظلمة تتخللها مناطق مضيئة تنتج من تراكب الموجات الضوئية الصادرة من مصدرين ضوئيين مترابطين.



الهدب المضيء :

ينتج من التداخل البنائى لموجات الضوء عندما يكون فرق المسار مساويا صفر أو مضاعفات الطول الموجى = $m\lambda$ حيث $m = 0,1,2,3......$ عدد صحيح موجب.

الهدب المظلم :

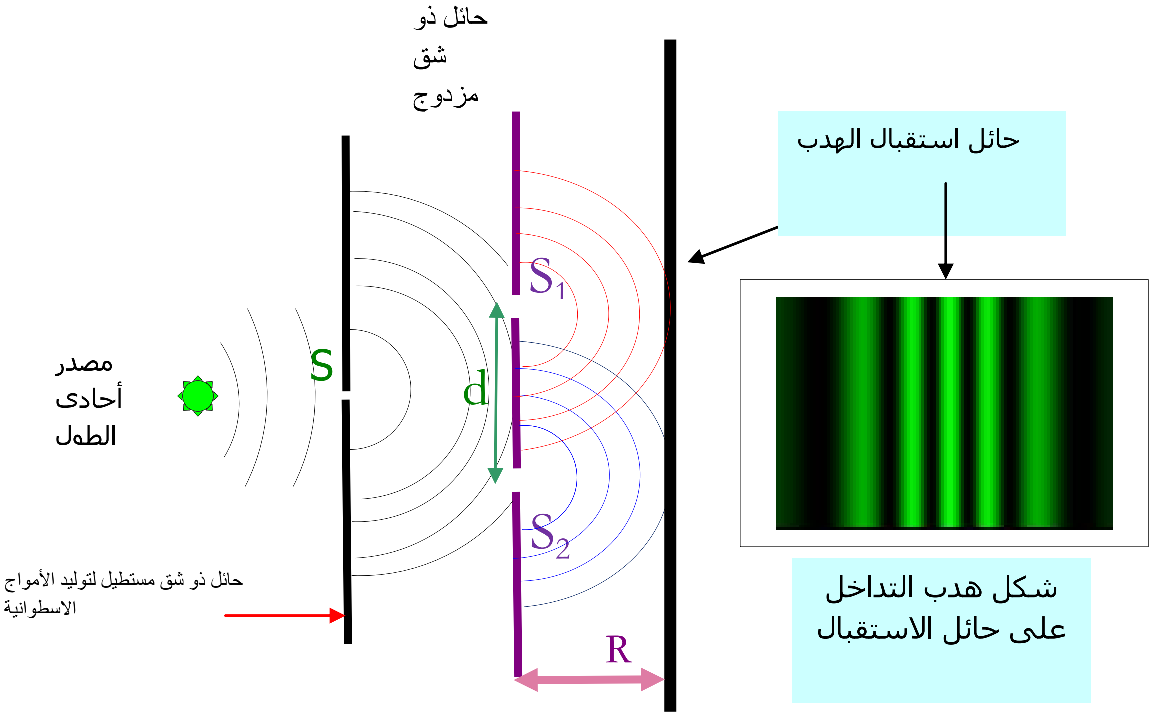
ينتج من التداخل الهدمى لموجات الضوء المترابطة عندما يكن فرق المسار= $(m + 1/2)\ \lambda$ أي يكون مساويا 0.5λ أو 1.5λ. أو 2.5λ أو 3.5λ حيث أن

m عدد صحيح موجب =(0 , 1 , 2 , 3, 4 ,5.....)

تجربة الشق المزدوج : شقي يونج

قام توماس يونج بإجراء تجربته التالية لإثبات ظاهرة التداخل في الضوء

حيث أكدت نتائجها أن الضوء ظاهرة موجية (تخضع للتداخل)



تجربة شقي يونج

1- أحضر مصدر ضوئي أحادى اللون (وحيد الطول الموجي λ)

2 - وضع على بعد مناسب منه حاجز رأسي به فتحه مستطيلة ضيقة S .. علل

(كي تنفذ من خلالها موجات الضوء الأحادي اللون كموجات اسطوانية نحو الحاجز التالي)

3 - وضع حاجز استقبال به فتحتان مستطيلتان ضيقتان S_1 , S_2 (تعملان كشق مزدوج) بحيث تقعان على نفس صدر الموجة الاسطوانية الصادرة من المصدر S فيكون للموجات المنبعثة منهما نفس الطور فتسلك الفتحتان سلوك المصادر الضوئية المترابطة.

4- استقبل يونج الحركتين الموجيتين الصادرتين من S_1 , S_2 على حائل الاستقبال المعد لذلك فوجد ما يلي :

تكون هدب تداخل عبارة عن مناطق مضيئة تتخللها مناطق مظلمة

(و هذا يؤكد تراكب موجات الضوء عند حائل الاستقبال)..تراكبا بنائيا مكونا أهدابا مضيئة ..وتراكبا هدميا مكونا أهدابا مظلمة .

5 - استنتج العلاقة الرياضية التى تعين المسافة بين هدبتين متتاليتين من نفس النوع

(ΔY = المسافة بين هدبتين متتاليتين من نفس النوع), R المسافة بين الحائل و الشق

d= المسافة بين فتحتى الشق , λ = الطول الموجى للضوء المستخدم

$$\Delta Y = \lambda \frac{R}{d}$$

- موقع الأهداب المضيئة:

$$Y_{bright} = m\frac{\lambda L}{d}$$

- موقع الأهداب المظلمة:

$$Y_{dark} = \left(m + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda L}{d}$$

- المسافة بين أي هدبين متتاليين مضيئين او مظلمين:

$$\Delta Y = \frac{\lambda L}{d}$$

- **إيجاد البعد بين هدبين متتاليين (مضيئين أو معتمين) :**

إذا كان الهدبين المتتاليين معتمين أو مضيئين فإنه في الأهداب المضيئة المتتالية ($n - m = 1$) وفي الأهداب المعتمة المتتالية ($n - m = 2$)

$$y_n - y_m = \frac{\lambda . L}{d}$$

- **إيجاد البعد بين هدب مضيء وهدب معتم متتاليين :**

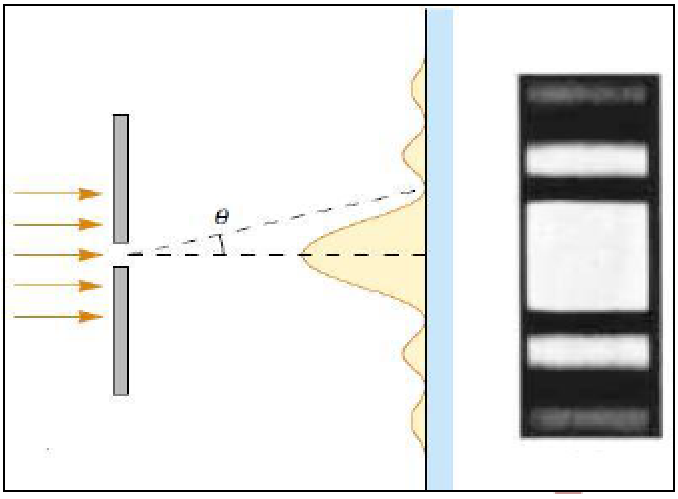
يمكن إيجاد البعد بين الهدبين المختلفين المتتاليين من العلاقة :

$$y_n - y_m = \frac{\lambda . L}{2d}$$

$n = 0, \pm1, \pm2, \pm3, \pm4, \dots\dots, \pm\infty$

$m = \pm1, \pm3, \pm5, \pm7, \pm9, \dots\dots, \pm\infty$

*الحيود بشق مفرد



....

....

....

....

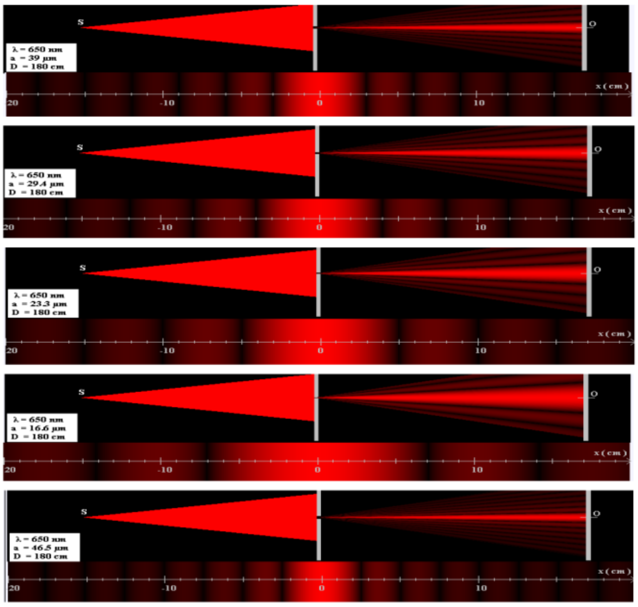
....

....

- شدة إضاءة الأهداب المضيئة تقل كلما أبتعدت عن الهدب المركزي .
- الهدب المركزي يكون أكثر الأهداب في شدة الإضاءة .
- سمك الهدب المركزي يساوي ضعف سمك الأهداب المضيئة .

* تأثير عرض الشق

تأثير عرض الشق a.



....

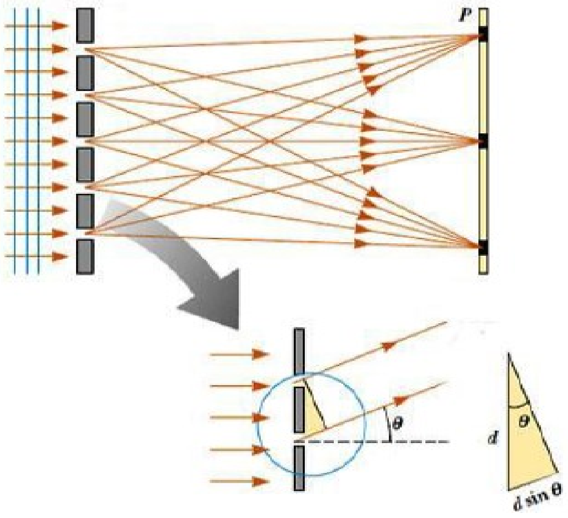
....

....

....

....

* محزوز الحيود



....

....

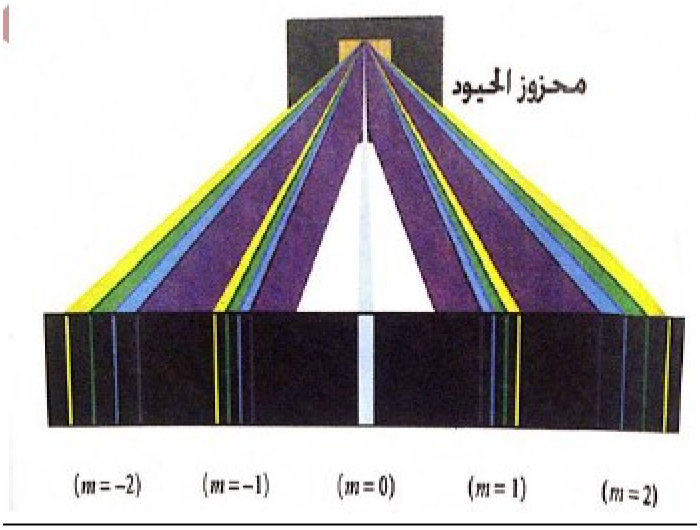
....

....

....

....

....



....
....
....
....

● **مميزات محزوز الحيود :**

ـ أهداب التداخل عالية الوضوح يمكن تمييز حدودها بكل سهوله .

ـ يزداد وضوح أهداب التداخل بزيادة عدد الشقوق في المحزوز أي عند تقليل المسافة الفاصلة بين الشقوق (d).

ـ يزداد سمك الأهداب بزيادة عدد الشقوق .

أمثلة ...

1. فى تجربة الشق المزدوج كانت المسافة بين هدبتين متتاليتين 2 mm , والمسافة بين فتحتى الشق 6×10^{-4} m والمسافة لحائل استقبال الهدب 2 m احسب الطول الموجى للضوء المستخدم .

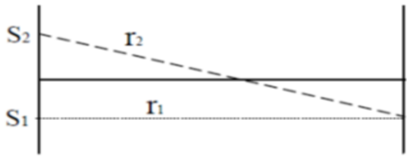
....

2. احسب الطول الموجى للضوء أحادى اللون فى تجربة يونج إذا كانت المسافة بين فتحتى الشق 1.1 mm وذلك عندما يقع حائل الاستقبال على بعد 5m منهما لتكون المسافة بين هدبتين مضيئتين متتاليتين 0.3cm .

....

تطبيقات ..

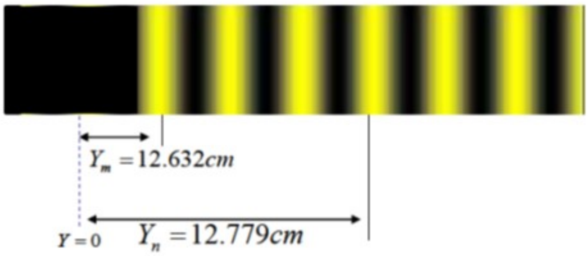
سقطت اشعــــة ضوئيـــة طولهـــا المـوجي $(0.6\times10^{-6}m)$ علـى حـاجز بـه شـقين ضـيقين المســافة بينهمــا $(0.3mm)$ فظهـرت أهـداب التـداخل علـى شاشــة تبعـد $(1.2m)$ فـإذا كـان المسار $(r_1)=n\lambda$ ، والمسار $(r_2)=(n+3)\lambda$.



1- ما هو الشــرط الأساسي ليتكون نمــط تداخــل مستقر بين الموجات .
2- ما نوع ورقم الهدب المتكون عند النقطة (C) .
3- احسـب بعــد الهدب المعــتم الأول عن الهدب المركزي

ب) استخدم مجموعة من الطلاب ضوء أحمر اللون طوله الموجي (8000A°)، فأسقط على شقين المسافة بينهما $(0.02\times10^{-2}m)$ فتكوّن على الشاشة أهداب التداخل حيث تبعد عن الشقين مسافة قدرها (1m). قامت المجموعة باستبدال الضوء الأحمر بضوء بنفسجي اللون طوله الموجي(4000A°) فظهرت أهداب التداخل على الشاشة.
١- ما المقصود بأهداب التداخل؟
٢- أوجد رقم الهدب المضيء لنمط التداخل للون البنفسجي والذي ينطبق على الهدب المضيء الأول في نمط التداخل للضوء الأحمر؟
٣ - ماذا يحدث للطول الموجي للضوء الأحمر و البنفسجي عند زيادة المسافة بين شقي يونج والميكروسكوب المتحرك؟

ج) استخدم أحد الطلبة أدوات تجربة يونج لتحديد الطول الموجي لموجة ضوء أحادي اللون فتكون على شاشة الميكروسكوب مجموعة من الخطوط المضيئة والمظلمة كما بالشكل، إذا علمت أن بعد شاشة الميكروسكوب عن شقي يونج 100cm والمسافة بين الشقين 0.10cm اجب عن الأسئلة التالية:



1- بما تسمى مجموعة الخطوط التي ظهرت على الشاشة؟
2- فسر تكون تلك الخطوط.
3- احسب الطول الموجي لموجة الضوء المستخدم.

أسئلة إضافية

1-إذا كانت $d=0.50mm$ و $\theta=0.30°$ فكم يكون فرق المسار؟ كم يمثل هذا الفرق من الأطوال الموجية للضوء الأخضر الذي يبلغ طوله الموجي $520nm$ ؟

....

....

....

....

2-كم عدد الخطوط الصفرية المضيئة في تجربة الشق المزدوج؟

....

....

3-المسافة بين شقين $0.0050mm$ ، جد زوايا الأهداب المضيئة الصفرية والأولى والثانية والثالثة والرابعة ز الناتجة عن ضوء طوله الموجي$550nm$ ، يسقط على الشقين.

....

....

....

....

4-لدى سقوط ضوء أحادي اللون على شقين بينهما مسافة$0.010mm$ تلاحظ الهدبة الأولى ($n=0$) المظلمة من خلال زاوية $2.0°$ جد الطول الموجي

....

....

....

....

5-يسقط ضوء أحادي اللون على سطح محزوز حيود فيه $5.0x10^3$ خط في السنتيمتر تتم ملاحظة الهدبة المضيئة الأولى من خلال زاوية $15°$. جد الطول الموجي.

....

....

....

....

6- جد زاويتي الرتبتين الأولى والثانية للحيود في محزوز فيه $1.00x10^4$ خط في السنتيمتر لضوء طوله الموجي$400.0nm$ أو$500.0nm$ أو$600.0nm$

....

....

....

....

....

....

7- يسقط ضوء طوله الموجي $400.0nm$ على محزوز فيه$5.0x10^3$خط في السنتيمتر كم عدد خطوط الحيود التي يمكن ملاحظتها؟

....

....

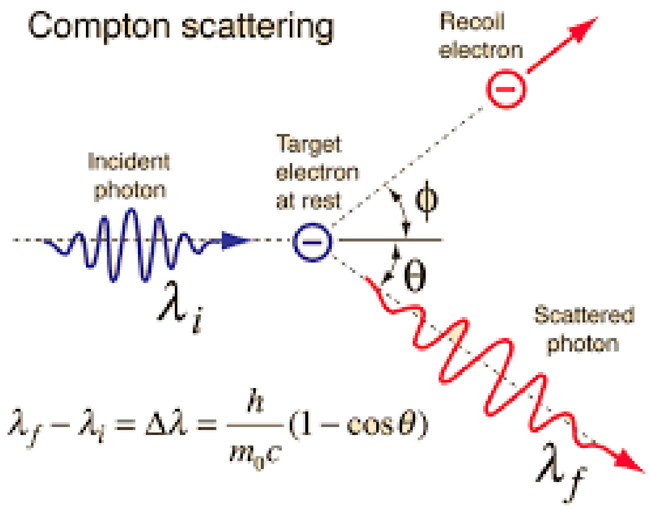
....

....

....

الموجات الكهرومغناطيسية

(التأثير الكهروضوئي)



اشعاع الجسم الأسود

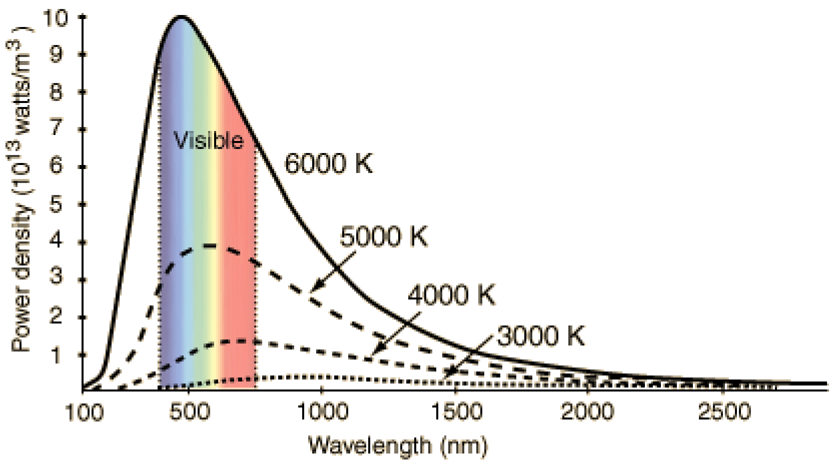
تعريف الجسم الأسود

....

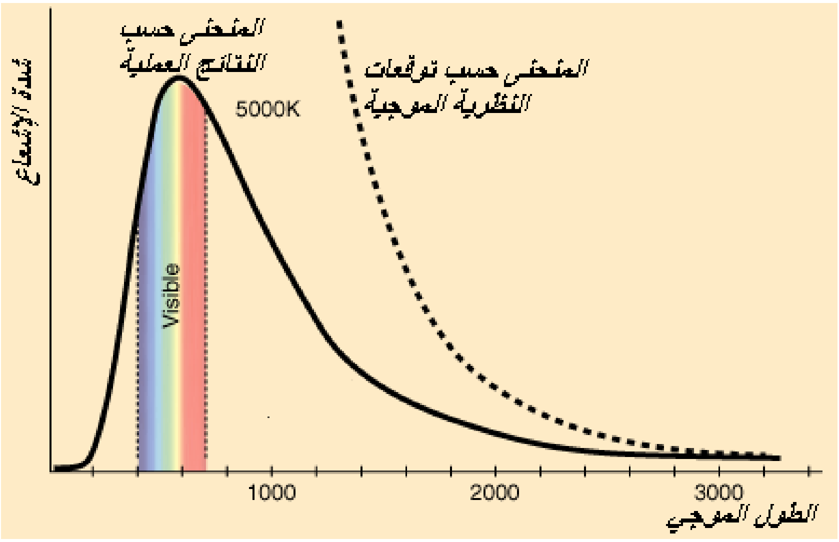
....

☼من المعروف أن أي جسم يشع حرارة عند درجات حرارة معينة تسمى الإشعاعات الحرارية ومن أمثلة هذه الأجسام الشمس والنجوم وقطعة الفحم المتقدة والمصباح الضوئي وهي في درجات الحرارة المنخفضة تكون غير مرئية لأنها تكون أشعة تحت حمراء وكلما زادت درجة حرارة الجسم يزداد توهجه ويميل للون الأحمر ثم يزداد التوهج حتى اللون الأبيض.

واستطاع بلانك عمل منحنى بياني يربط بين شدة الإشعاع والطول الموحي الذي يصاحب الجسم المشع وفي هذا المنحنى يوجد قيمة عظمى لشدة الإشعاع عند طول موجي محدد (λ_m) ويختلف الطول الموحي للقيمة العظمى لشدة الإشعاع باختلاف درجة حرارة الجسم



- الشكل يوضح طيف الإشعاعات الكهرومغناطيسية المنبعثة من الجسم الأسود مبينا تغير شدتها مع الطول الموجي



تفسير الفيزياء التقليدية لظاهرة اشعاع الجسم الاسود

تنبأت الفيزياء التقليدية بناءاً على القوانين والنظريات ان الجسم الاسود عندما ترتفع درجة حرارته سيشع كمية لانهائية من الطاقة على شكل موجات كهرومغناطيسية فوق بنفسجية وهذا ما عرف باسم " نكبة الاشعة فوق البنفسجية "

نتائج التجارب المخبرية لظاهرة اشعاع الجسم الاسود

ان الجسم الاسود كلما ارتفعت درجة حرارته سيشع كمية اكبر من الاشعاعات الكهرومغناطيسية بحيث تنزاح القيمة القصوى للطول الموجي الذي يكون عنده اكبر كمية من الاشعاع نحو اليسار في المنحنى اي يقل الطول الموجي

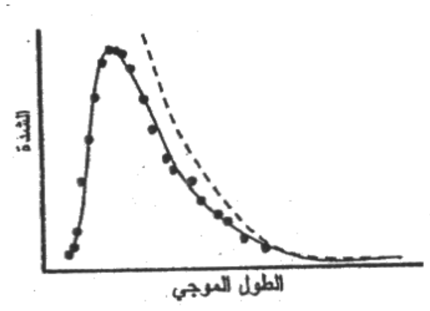
تفسير بلانك لظاهرة اشعاع الجسم الاسود

اشعاع الجسم الاسود من الاشعة الكهرومغناطيسية يكون على هيئة كمات من الطاقة المنفصلة وليست متصلة كما كانت تقول الفيزياء التقليدية وان طاقة هذه الكمات تعتمد طرديا على تردد الاشعاع

تطبيقات ...

أ / يظهر الرسم المجاور منحنى تغيرات شدة الإشعاع
الصادر عن جسم أسود لأطوال موجية مختلفة
معتمداً على الشكل أجب عما يلي:

1- حدد على الشكل نفسه ما يمثل كلاً من(النظرية التقليدية، نظرية بلانك).
2- ماذا تمثل المساحة تحت المنحنى؟



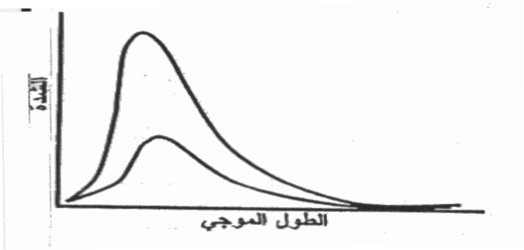
3- كيف حل بلانك نكبة فوق البنفسجي في إشعاع الجسم الأسود؟

4- فيم يستخدم تعبير نكبة فوق البنفسجي؟ ولماذا أعطي هذا الاسم؟

ب/ يظهر الشكل المجاور بيانات مختبرية للأشعة التي يطلقها
جسم أسود عند درجتي حرارة (3000̊ K، 4000̊ K)،
أجب عما يلي:

1- حدد على الشكل أي البيانات عند درجة 3000̊ K وأيها عند درجة 4000̊ K.

2- ما تفسير اختلاف شدة الأشعة باختلاف درجة الحرارة.



نظرية الكم

افترض بلانك أن الطاقة الإشعاعية تنبعث من مصدرها على شكل نبضات (مقادير محددة من الطاقة) تسمى كمات أو فوتونات وليس على شكل سيل مستمر (متصل) من الطاقة ، حيث تعتمد طاقة الكمة الواحدة أو الفوتون الواحد على التردد وليس على الشدة ،: $E \alpha f$
وهذا يعني أن الطاقة الإشعاعية تساوي ثابت مضروباً في التردد ، سمي هذا الثابت **بثابت بلانك** ورمز له بالرمز (h) حيث أن قيمته هي : $h = 6.626 \times 10^{-34} J.S$ لذلك يمكن حساب طاقة الفوتون من العلاقة :

$$E = hf$$

كما افترض بلانك أن طاقة الكمة تأخذ مضاعفات صحيحة من أقل طاقة للكمة

n=Eλf

n= 1,2,,3....

أمثلة...

1*إشعاع تردده ($f = 5 \times 10^{14} Hz$) ، باعتبار أن ثابت بلانك ($h = 6.6 \times 10^{-34} J.S$) احسب طاقة الفوتون لهذا الإشعاع .

....
....

2*إشعاع طول موجته ($\lambda = 6000 \ A^{\circ}$) ، باعتبار أن ثابت بلانك ($h = 6.6 \times 10^{-34} J.S$) ، وأن سرعة الضوء ($C = 3 \times 10^{8} m/s$) ، احسب طاقة الفوتون لهذا الإشعاع . ($1 \ A^{\circ} = 10^{-10} m$)

....
....

الاستكشاف 1

(بديل عن انطلاق الكرات)

باستخدام برنامج crocodile physics

سؤال علمي ؟

ماسبب انبعاث الالكترونات من سطح معدن عند سقوط ضوء عليه؟؟

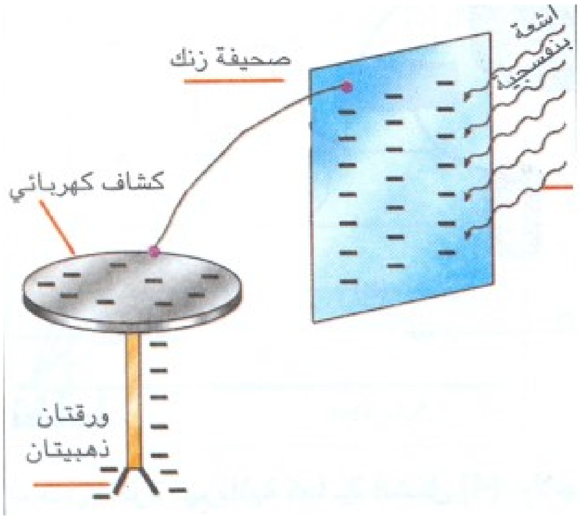
....
....
....
....
....
....

الظاهرة الكهروضوئية

الظاهرة الكهروضوئية: هي ظاهرة تحرر إلكترونات من سطح فلز نتيجة سقوط ضوء مناسب عليه .

الإلكترونات الضوئية : هي الإلكترونات المتحررة من سطح فلز نتيجة إضاءته بإشعاع مناسب .

سؤال ...



سقطت أشعة فوق بنفسجية على صفيح زنك مشحونة بشحنة سالبة متصلة بقرص كشاف كهربائي ، فقل انفراج ورقتي الكشاف تدريجياً حتى انطبقتا ، ومع استمرار سقوط الأشعة عادت ورقتا الكشاف للانفراج ثانيةً ، فسِّر سلوك الكشاف .

....

....

....

....

....

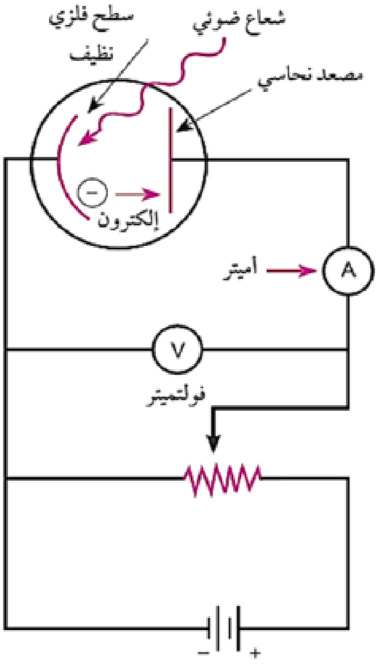
....

الخلية الكهروضوئية:

- **أول من درس هذه الظاهرة تجريباً العالم لينارد.**
- **التركيب:**

١. تتكون الدارة من انبوب زجاجي مفرغ من الهواء حتى لا تعيق جزيئات الهواء حركة الالكترونات المنبعثة.

٢. سطح فلزي نظيف (المهبط أو الكاثود) ومصعد نحاسي (الأنود).



- **آلية العمل:**

١. عند سقوط ضوء فوق بنفسجي على السطح الفلزي ينحرف مؤشر الأميتر ، وهذا يعني أن الضوء زوّد الالكترونات بقدر كافٍ من الطاقة ومكنها من التحرر والاحتفاظ بالباقي على كل طاقة حركة.

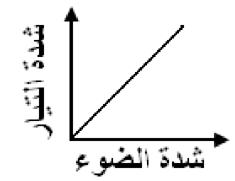
٢. عند عكس أقطاب البطارية ينشأ مجال كهربائي يؤثر بقوة كهربائية تعاكس اتجاه حركة الالكترونات.

٣. لذلك تتباطأ سرعة الالكترونات نحو المصعد، فلا يصل إليه إلا الالكترونات التي تمتلك قدراً كافياً من الطاقة الحركية، تمكنها من التغلب على قوى التنافر .

٤. بزيادة فرق الجهد السالب يتناقص عدد الالكترونات فتقل قراءة الأميتر فتصبح صفراً، فتملك الالكترونات عندها أكبر طاقة حركة

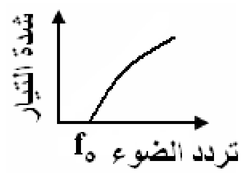
النتائج التجريبية للظاهرة الكهروضوئية

شدة التيار وشدة الضوء :



وجد بأن شدة التيار الكهروضوئي تتناسب طردياً مع شدة الضوء الساقط كما في الرسم البياني المجاور .
ويمكن للنظرية الموجية للإشعاع تفسير هذه النتيجة باعتبار أن شدة الضوء هي مقياس طاقة الإشعاع ، فالشدة العالية طاقة عالية وبذلك تحرر عدد أكبر من الإلكترونات فتزداد شدة التيار .

شدة التيار والتردد :



من التجارب العملية وجد بأن شدة التيار الكهروضوئي تكون صفراً عندما يكون تردد الضوء أقل من قيمة معينة مهما كانت شدة الضوء عالية وقد سمَّي هذا التردد بـ*تردد العتبة* أو *تردد البدء* بعدها تزداد شدة التيار بزيادة التردد بعلاقة غير خطية ، كما في الشكل .

عللي...

طاقة حركة الإلكترونات الضوئية غير متساوية .

....

دالة الشغل الكهروضوئى لفلز

تحتاج الاكترونات إلى طاقة لكي تتحرر من الارتباط بالفلز ، وهذه الطاقة تختلف من إلكترون لآخر بسبب اختلاف موقعه واختلاف طاقته في الفلز ، إلا أن هناك حد أدنى للطاقة اللازمة لتحرير إلكترونات من سطح فلز ما يختلف باختلاف الفلز يسمى بـ " دالة الشغل الكهروضوئي للفلز .

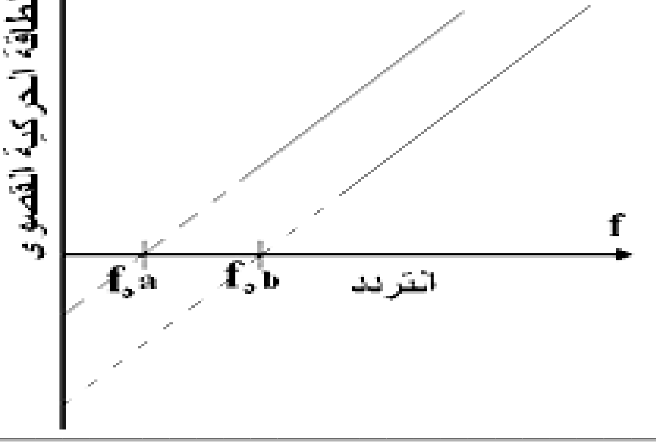
دالة الشغل الكهروضوئي لفلز : هي أقل طاقة تكفي لتحرير إلكترون من سطح هذا الفلز .

طاقة الحركة القصوى وتردد الإشعاع :

من خلال النتائج التجريبية للظاهرة الكهروضوئية وجد بأن طاقة الحركة القصوى للإلكترونات المتحررة تتغير مع تردد الإشعاع كما في الشكل البياني التالي .

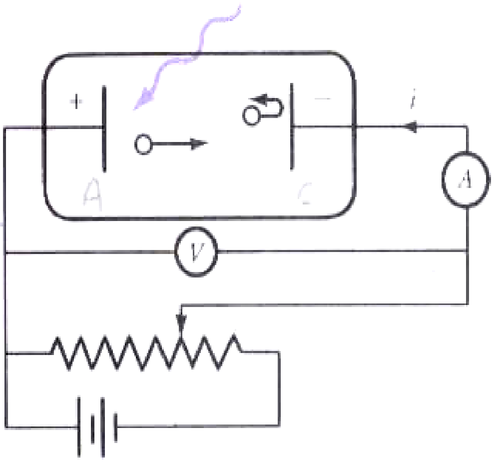
يتضح لنا من خلال الرسم البياني أن الإلكترونات لا تحرر إلا إذا كان تردد الضوء الساقط أكبر من قيمة معينة (f_o) تختلف من فلز لآخر تسمى تردد العتبة أو تردد البدء

كذلك يتضح لنا أن طاقة الحركة القصوى للإلكترونات الضوئية تتناسب طردياً مع الفرق بين تردد الضوء الساقط وتردد العتبة للفلز .



تفسير ظاهرة التأثير الكهروضوئي

عندما يسقط شعاع كهرومغناطيسي أحادي اللون (Monochromatic) على سطح معدن (الأنود) متصل مع الطرف الموجب للبطارية وموجود داخل وعاء مفرغ من الهواء وذلك لمنع تصادم الالكترونات المتحررة بجزيئات الهواء. عندما تتحرر الالكترونات من سطح المعدن وتتمكن من الوصول إلى اللوح السالب (الكاثود) - وفي الأغلب يكون من نفس مادة الأنود - فإن تيارا كهربيا يمر في الدائرة ويمكن قياسه من خلال الأميتر والذي يعبر عن شدة التيار الفوتوضوئي المار في الدائرة وكلما ازدادت عدد الالكترونات المتحررة من سطح المعدن كلما كان التيار الناتج اكبر.



لاحظ أن

1. طاقة الالكترونات المتحررة من الأنود مختلفة
2. طاقة حركة الالكترونات تكون مساوية للشغل المبذول عليها بواسطة المجال الكهربي من خلال العلاقة التالية:

$$1/2mv^2 = eV$$

v سرعة الالكترونات

V فرق الجهد المطبق بين لوحي الانود والكاثود

وعندها يكون التيار المار في الدائرة مساوياً للصفر يسمى الجهد بجهد الإيقاف (V_0).

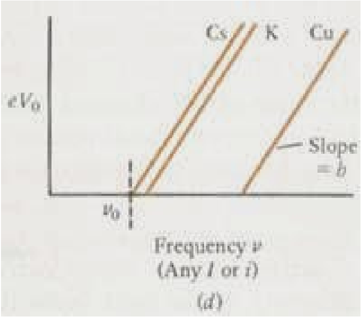
$$1/2mv^2_{max} = eV_0$$

الاختلافات بين النظرية الموجية والنتائج التجريبية للظاهرة الكهروضوئية

الصفة	النتائج التجريبية	النظرية الموجية
تردد العتبة	1- يشترط بلوغ الضوء تردد العتبة لكي يتمكن من تحرير إلكترونات 2- تردد العتبة صفة للفلز	1- لا تشترط النظرية الموجية ذلك 2- لم تميز النظرية الموجية بين الفلزات
زمن تحرر الإلكترونات	لحظة سقوط الضوء على الكاثود	فترة زمنية ملموسة .
شدة التيار	تعتمد شدة تيار على تردد الضوء فقط	تعتمد شدة التيار على شدة الضوء
الطاقة الحركية القصوى	تعتمد الطاقة الحركية العظمى على تردد الإشعاع	تعتمد الطاقة الحركية على شدة الضوء ولم تذكر وجود قيمة عظمى

جهد الايقاف و التردد

وجد عمليا أن قيمة جهد الإيقاف تعتمد على تردد الأشعة الكهرومغناطيسية فكلما زاد التردد كلما كانت قيمة جهد الإيقاف اكبر. قيمة جهد الإيقاف تتغير بتغير نوع مادة المعدن. كما وجد أيضا أن قيمة جهد الإيقاف لا تعتمد على شدة الأشعة الكهرومغناطيسية.



أدنى تردد f_o مطلوب للانبعاث الالكترون من سطح المعدن يسمى بالتردد الحرج.

اى ان: لا يمكن أن نحصل على تيار كهروضوئي إلا إذا كان تردد الأشعة الكهرومغناطيسية اكبر من التردد الحرج.

$$eV_o = h.f - h.f_o$$

$$h.f = 1/2mv^2_{max} + h.f_o$$

ولهذا فإن تردد الأشعة الكهرومغناطيسية اللازمة يجب أن يكون طاقته اكبر من دالة الشغل

نظرية الفوتون لانشتاين

اعتمد آينتشتين على نظرية بلانك في تفسيره للظاهرة الكهروضوئية ، حيث أكد أن :

1- الطاقة الضوئية تنبعث من مصادرها على شكل كمات (فوتونات) طاقتها تتناسب مع ترددها تتصرف كجسيم عند اصطدامها بالإلكترون .

2- إذا سقطت الفوتونات على سطح فلز فإن بعض هذه الفوتونات يختفي بكاملها بوساطة الإلكترونات ، بحيث يمتص الإلكترون فوتوناً واحداً في عملية التصادم فيأخذ الإلكترون طاقة كافية لتحريره والباقي يتحول إلى طاقة حركية لذلك يمكننا كتابة :

$$K.E_m = E - E_\circ = hf - E_\circ$$

E_o : دالة الشغل للفلز

تسمى هذه المعادلة بمعادلة آينشتين الكهروضوئية .

مثال..

سقط إشعاع طول موجته ($4500A^\circ$) على سطح كاثود خلية كهروضوئية دالة الشغل له ($1.5\ eV$) ، باعتبار أن ثابت بلانك ($h = 6.6\times10^{-34} J.S$) وسرعة الضوء ($C = 3\times10^8 m/s$) وشحنة الإلكترون ($q_e = 1.6\times10^{-19} C$) وكتلته ($m_e = 9.1\times10^{-31} kg$) و ($1A^0 = 10^{-10} m$) احسب :

1- تردد فوتون الإشعاع الساقط .
2- طاقة فوتونات الإشعاع الساقط .
3- طاقة الحركة القصوى للإلكترونات المتحررة .
4- السرعة القصوى للإلكترونات الضوئية المتحررة
5- تردد العتبة.
6- طول موجة تردد العتبة.

....
....
....

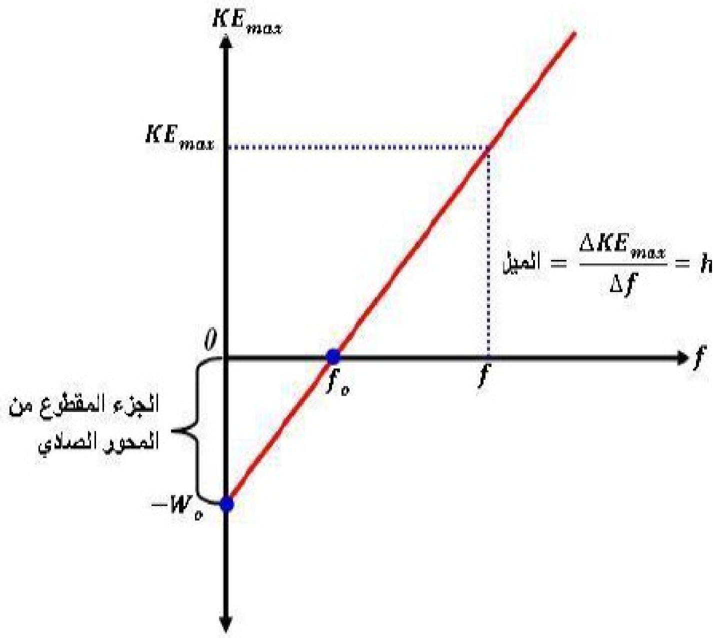
استنتاجات حول نظرية انشتاين

.... $KE_{max} = E - W_o$

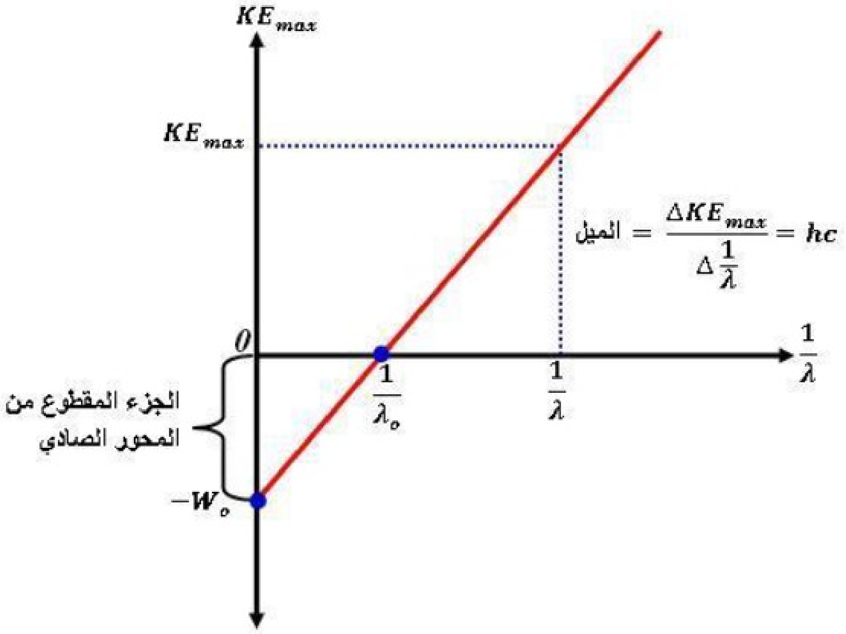
....

.... $KE_{max} = h.f - h.f_o$

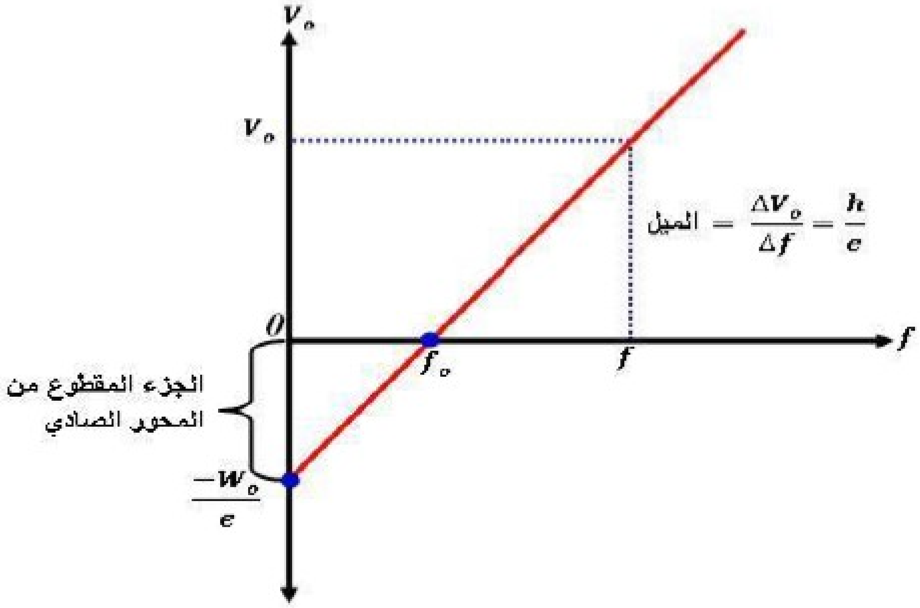
$$KE_{max} = h.f - W_o$$



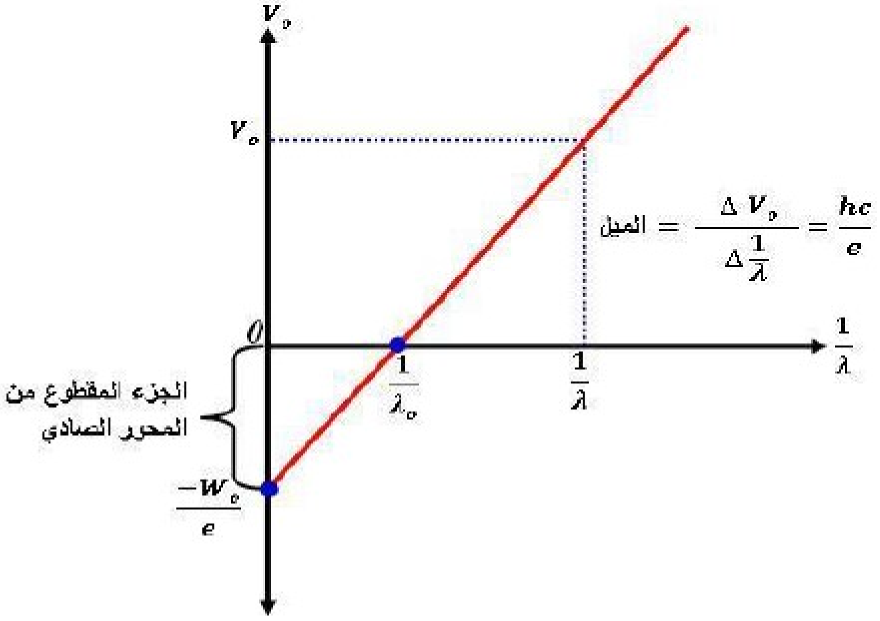
$$KE_{max} = h.c\frac{1}{\lambda} - W_o$$



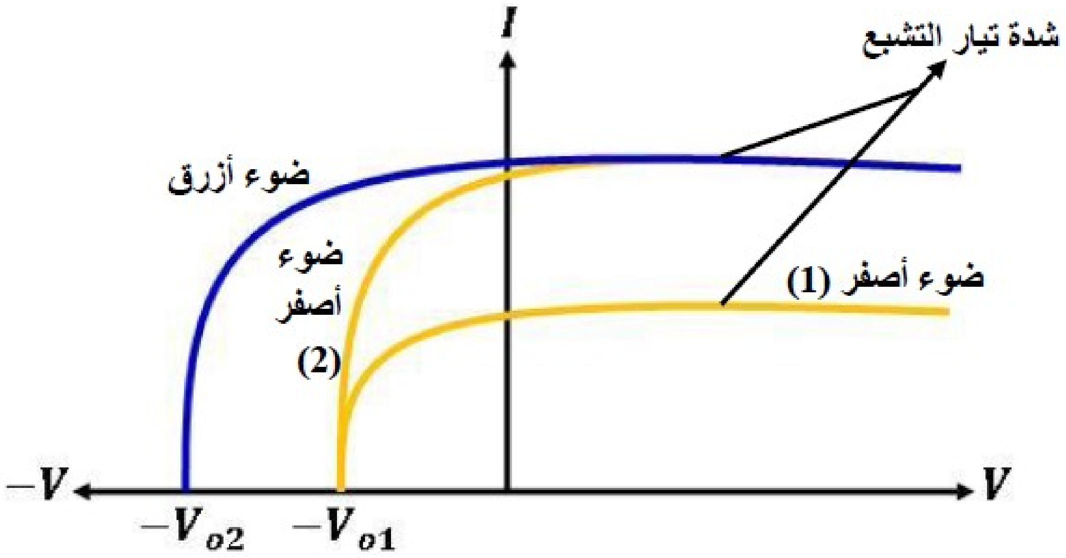
$$V_o = \frac{h}{e} \cdot f - \frac{W_o}{e}$$



$$V_o = \frac{hc}{e} \cdot \frac{1}{\lambda} - \frac{W_o}{e}$$



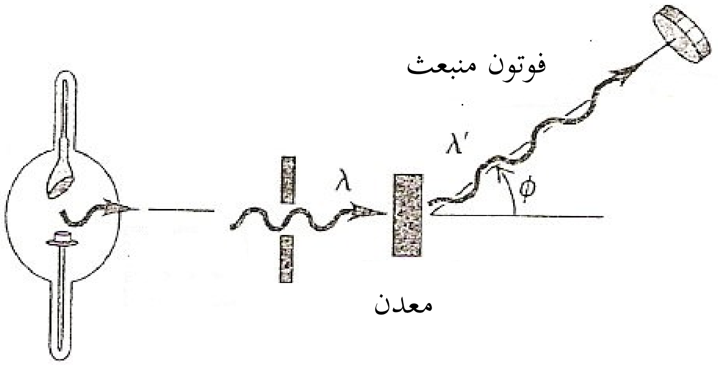
- **تمثيل العلاقة بين جهد المصعد وشدة التيار المار في الخلية الكهروضوئية:**



....
....
....
....
....

تأثير كومبتون

لاحظ العالم كومبتون وآخرون أنه عند اصطدام فوتون الأشعة السينية بمعدن ما فإن الفوتون المنحرف عن مساره بعد تصادمه مع الإلكترون يكون ذو تردد أقل (طول موجي أكبر) من الفوتون الساقط، و أن هذا التغير في الطول الموجي يعتمد على الزاوية التي ينحرف بها الفوتون بعد التصادم مع الإلكترون، فإذا كانت الزاوية التي ينحرف بها الفوتون بعد التصادم هي (φ) كما هو موضح في الشكل و λ و □λ هما الطول الموجي للفوتون قبل و بعد التصادم على الترتيب فإن :



<u>تطبيق مبدأحفظ الطاقة</u>

النظام لدينا يتكون من فوتون وإلكترون

E_{photon} ← طاقة فوتون الأشعة السينية قبل التصادم .

E'_{photon} ← طاقة فوتون الأشعة السينية بعد التصادم .

$E_{electron}$ ← طاقة الإلكترون قبل التصادم وبافتراض أنها مهملة بسبب ارتباط الإلكترون بالنواة قبل التصادم فإننا سنعتبرها تساوي صفر .

$E'_{electron}$ ← طاقة الإلكترون بعد التصادم وتكون على هيئة طاقة حركة قصوى(KE_{max}) .

وعليه فإن :

$$E_{photon} + E_{electron} = E'_{photon} + E'_{electron}$$

$$\therefore E_{photon} + 0 = E'_{photon} + KE_{max}$$

نعلم أن :

$$E = h.f$$

ومنها إذاً :

$$h.f = h.f' + \frac{1}{2} m_e . v_{max}^2$$

- **تطبيق مبدأ حفظ كمية التحرك :**

ينص مبدأ حفظ كمية التحرك على أن (كمية التحرك للنظام قبل التصادم لابد وأن تساوي كمية التحرك للنظام بعد التصادم)

....

....

حساب كمية تحرك الفوتون

استطاع كومبتون من حساب كتلة الفوتون بالتعويض عنها في مبدأ تكافؤ الكتلة والطاقة لآينشتاين كما يلي :

$$E = m.c^2$$

ومنها فإن:

$$E_{photon} = m_{photon}.c^2$$

ومنها نحصل على :

$$m_{photon} = \frac{E_{photon}}{c^2}$$

وبالتعويض في قانون كمية تحرك الفوتون نحصل على :

$$P_{photon} = \frac{E_{photon}}{c^2}.c$$

$$\therefore \quad P_{photon} = \frac{E_{photon}}{c}$$

$$E = \frac{h.c}{\lambda}$$

$$P_{photon} = \frac{h.c}{\lambda.c}$$

$$\therefore \quad P_{photon} = \frac{h}{\lambda}$$

$$\frac{h}{\lambda} = \frac{h}{\lambda'} + m_e.v_{max}$$

$$\frac{E}{c} = \frac{E'}{c} + m_e.v_{max}$$

حساب التغير في الطول الموجي للفوتون

....

....

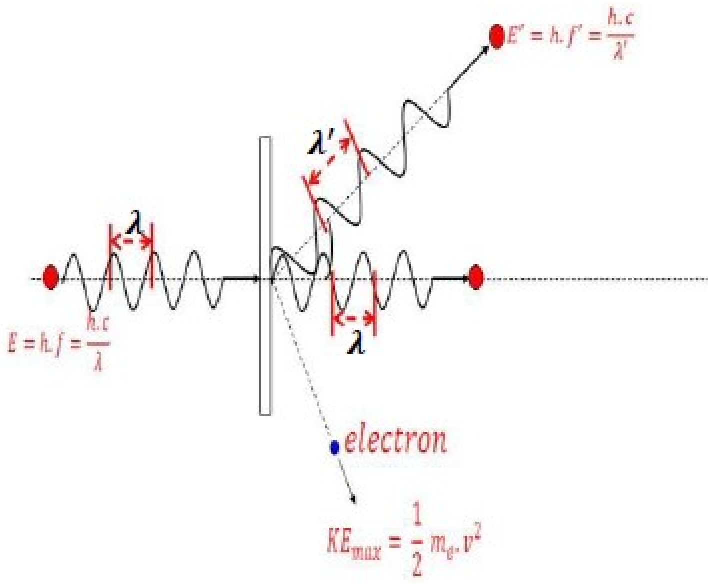
$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_e.c}(1 - \cos\theta)$$

حيث: m كتلة الإلكترون.

$$\frac{h}{mc} = 2.426\times10^{-12}\ \text{m}$$

....

....



تطبيقات...

<u>السؤال الأول :</u>

اكتب بين القوسين الاسم أو المصطلح العلمي الذي تدل عليه كلٍ من العبارات التالية :

1. ظاهرة تحرير الإلكترونات من سطوح الفلزات عند إضاءتها باشعاع كهرومغناطيسي مناسب .(   )
2. انتفاخ من الزجاج أو الكوارتز الشفاف مفرغ تقريباً من الهواء ويحوي كاثود وأنود .   (   )
3. أداة تحول الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربائية وتعمل بمبدأ الانبعاث الكهروضوئي .   (   )
4. شدة تيار الأنود التي يكون عندها معدل انبعاث الإلكترونات من كاثود خلية كهروضوئية مساوياً معدل وصولها للأنود .   (   )
5. أقل جهد موجب للأنود يكون عنده معدل انبعاث الإلكترونات من كاثود خلية كهروضوئية مساوياً معدل وصولها للأنود .   (   )
6. أكبر جهد (أو أقل جهد سالب) للأنود يكون كافياً لقطع مرور التيار الكهروضوئي في دائرة الخلية الكهروضوئية .   (   )
7. أقل مقدار من الطاقة الإشعاعية يكون كافياً لتحرير الإلكترون من سطح الفلز دون اكسابة طاقة حركية .   (   )
8. أقل تردد للأشعة الضوئية الساقطة التي يمكنها تحرير الإلكترون من سطح الفلز دون اكسابه طاقة حركية .   (   )
9. اكبر طول موجي للأشعة الضوئية الساقطة يمكنه تحرير الإلكترون من سطح الفلز دون اكسابه طاقة حركية .   (   )
10. أصغر مقدار من الطاقة الإشعاعية يمكن أن يوجد مستقلاً وغير قابل للتجزئة أو التقسيم .   (   )
11. النسبة بين طاقة الفوتون وتردده .   (   )
12. طاقة فوتون تردده يساوي $(1)Hz$.   (   )
13. انبعاث فوتونات (إشعاعات) ذات طاقة وتردد كبير نتيجة اصطدام إلكترونات معجلة بسطح فلز ثقيل .   (   )
14. فوتونات (إشعاعات) ذات طاقة وتردد كبير تنتج من اصطدام إلكترونات معجلة بسطح فلز ثقيل(   )
15. نوع من الطيف الكهرومغناطيسي تردده أعلى من الأشعة فوق البنفسجية وأقل من أشعاع جاما وله مقدرة عالية على النفاذ خلال الأوساط المادية .   (   )
16. أنبوبة مفرغة من الهواء ومسلط عليها فرق جهد كبير وتستخدم لتوليد الأشعة السينية .   (   )
17. طيف الأشعة السينية الناتج عن استثارة ذرات الهدف بفعل الإلكترونات السريعة .   (   )
18. طيف الأشعة السينية الناتج عن الحركة المتباطئة للإلكترونات السريعة داخل ذرات الهدف.   (   )

السؤال الثاني :

ضع بين القوسين علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة و علامة (×) أمام العبارة غير الصحيحة في كلٍ مما يلي

1. ( ) سرعات الإلكترونات الضوئية المنبعثة من سطح فلز تكون متساوية .
2. ( ) الإلكترونات الضوئية المنبعثة من سطح الفلز تكون مختلفة السرعة بسبب تصادمها مع ذرات السطح وأيوناته ، وأسرعها التي تنطلق من ذرات السطح مباشرة.
3. ( ) يطلى السطح الداخلي لكاثود الخلية الكهروضوئية بفلز قلوي لأنها ذات دالة شغل صغير.
4. ( ) يتصل كاثود الخلية الكهروضوئية مباشرة بالآنود لكي تنتقل الالكترونات عبره إلى الآنود دون الحاجة إلى أن تقفز عبر الفراغ بينهما .
5. ( ) يتناسب المعدل الزمني لانبعاث الإلكترونات الضوئية من سطح فلز طردياً مع شدة الضوء الساقط عليه
6. ( ) جهد الإيقاف في دائرة خلية كهر وضوئية لا يتوقف على شدة الضوء الساقط .
7. ( ) إذا كانت قيمة جهد الإيقاف في دائرة خلية كهروضوئية v (4-) فإن طاقة حركة أسرع الإلكترونات لحظة انبعاثها من سطح الكاثود تساوي ev (4) .
8. ( ) سقط ضوء شدته (T) على خلية كهروضوئية فكانت شدة تيار التشبع $(8)mA$ وتم إيقاف أسرع الإلكترونات المنبعثة من الكاثود باستخدام فرق جهد مقداره v (2-) , فإذا زيدت شدة نفس الضوء إلى (2T) فإن شدة تيار التشبع تصبح $(16)mA$ وجهد القطع يساوي v (4-) .
9. ( ) تعتبر قيمة جهد القطع مقياساً لطاقة حركة أبطأ الإلكترونات الضوئية لحظة انبعاثها من سطح الفلز .
10. ( ) إذا سلط على أنود الخلية الكهروضوئية جهد مساوي لجهد القطع ثم زادت شدة نفس الضوء الساقط على الخلية فإن شدة التيار في الدائرة تزداد .
11. ( ) يزداد مقدار جهد الإيقاف (القطع) لسطح بعاث معين بزيادة تردد الضوء الساقط عليه .
12. ( ) تزداد طاقة الحركة العظمى للإلكترونات الضوئية المنبعثة من سطح معدني كلما نقص الطول الموجي الضوء الساقط على السطح .
13. ( ) تزداد سرعة الإلكترونات الضوئية المنطلقة من كاثود الخلية الكهروضوئية بزيادة شدة الأشعة الضوئية الساقطة عليه .
14. ( ) يختلف تردد العتبة (f_0) لفلز ما باختلاف نوع مادته .
15. ( ) دالة الشغل وتردد العتبة وطول موجة تردد العتبة مقادير مميزة لنوع مادة السطح البعاث .
16. ( ) لا تتحرر الإلكترونات من سطح الفلز البعاث إذا كان تردد الضوء الساقط مساوياً لتردد عتبة الفلز .
17. ( ) التيار الكهربائي لا يمر بدائرة الخلية الكهروضوئية إلا إذا سقط ضوء تردده مناسب على كاثودها .
18. ( ) إذا سقط ضوء أحادي اللون على كاثود خلية كهر وضوئية ولم تنبعث منه إلكترونات دل ذلك على أن شدة الضوء صغيرة (غير مناسبة) ويمكن أن تنبعث الإلكترونات عند زيادة شدة الضوء .
19. ( ) عندما تسقط حزمة ضوئية ترددها مناسب على سطحي فلزين مختلفين فإنها تحرر منهما نفس العدد من الإلكترونات .
20. ( ) يفضل استخدام الفلزات القلوية في صنع كاثود الخلية الكهروضوئية لصغر دالة شغلها .

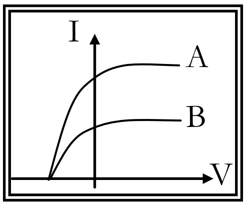
21. (   ) لزيادة سرعة الإلكترونات الضوئية التي تحرر من سطح معين لابد من زيادة شدة الضوء الساقط عليه.

22. (   ) تتناسب طاقة الفوتون تناسباً طردياً مع تردده وعكسياً مع طول موجته

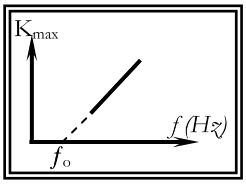
23. (   ) عندما تسقط عدة فوتونات على سطح بعاث , فان الفوتون الذي له أعلى تردد يكون له أعلى سرعة .

24. (   ) الطاقة الإشعاعية الساقطة على سطح ما (من ضوء أحادي اللون) تتناسب طردياً مع عدد الفوتونات

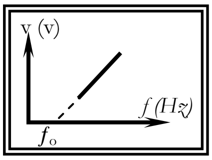
25. (   ) إذا كانت الطاقة اللازمة لتحرير الإلكترون من سطح فلز ما $(4)eV$ وسقط على سطح الفلز ضوء طاقة كل فوتون فيه $(2)eV$ فإن الإلكترون يتحرر نتيجة لامتصاصه فوتونان .



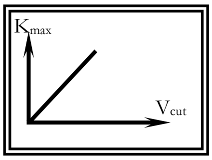
26. (   ) الشكل المقابل يوضح العلاقة بين شدة تيار الآنود وجهد الآنود في دائرة خلية كهروضوئية باستخدام ضوء (A) وضوء آخر (B) وبالتالي تكون شدة الضوء (A) أكبر من شدة الضوء (B) ولكنهما متساويان في التردد.



27. (   ) ميل الخط البياني في للشكل المقابل يساوي عددياً مقدار ثابت بلانك



28. (   ) ميل الخط البياني في للشكل المقابل يساوي عددياً دالة الشغل للفلز البعاث



29. (   ) ميل الخط البياني للشكل المقابل يساوي عددياً شحنة الإلكترون .

30. (   ) تعتبر قيمة جهد القطع في دائرة الخلية الكهروضوئية مقياساً لطاقة الفوتون الساقط على كاثود الخلية .

31. (   ) سقط ضوء تردده (f)على سطح فلز فانبعثت منه إلكترونات بطاقة حركة عظمى (K) فإذا أصبح تردد الضوء الساقط $(2f)$ فإن طاقة الحركة العظمى للإلكترونات المنبعثة تصبح (2K) .

32. (   ) تسلك فوتونات الضوء سلوك الجسيمات المادية عندما تتفاعل مع الأجسام ذات الكتل الكبيرة جداً .

33. (   ) قدرة الأشعة السينية على النفاذ خلال الجوامد أقل من قدرة الضوء العادي .

34. (   ) كلما زاد فرق الجهد المطبق على أنبوبة توليد الأشعة السينية زادت قدرة الأشعة السينية على النفاذ خلال الأوساط المادية .

35. (   ) الطول الموجي لأقصر فوتونات الأشعة السينية المنطلقة من هدف ما يتوقف على التركيب الذري لمادة الهدف .

السؤال الثالث :

أكمل العبارات العلمية التالية بما يناسبها :

1. ظاهرة انطلاق الإلكترونات من سطح الفلز نتيجة لسقوط ضوء مناسب عليه تسمى ....
2. يتوقف المعدل الزمني لانبعاث الإلكترونات الضوئية من سطح فلز على كل من .... ،............
3. تتوقف شدة التيار المار في دائرة الخلية الكهروضوئية على كل من .... ،............ , ...
4. يتناسب المعدل الزمني لانبعاث الإلكترونات الضوئية من سطح فلز ما تناسباً طردياً مع ....
5. تتوقف شدة تيار التشبع في دائرة الخلية الكهروضوئية على كل من ...... , ... ولا تتوقف على ......
6. تعتبر قيمة جهد القطع في دائرة الخلية الكهروضوئية مقياساً لـ .... الإلكترونات الضوئية لحظة انبعاثها من سطح الفلز .
7. عند سقوط ضوء مناسب على سطح فلز فإن الإلكترونات تتحرر من ذرات الفلز بسرعات .... وتغادر سطح الفلز بسرعات ....
8. سرعات الإلكترونات الضوئية المنبعثة من سطح فلز معين لا تتوقف على.....................
9. قيمة جهد القطع في دائرة الخلية الكهروضوئية لا تتوقف على ....
10. يمر تيار في دائرة الخلية الكهروضوئية عندما يكون جهد الأنود .... جهد القطع ولا يمر تيار عندما يكون جهد الأنود .... جهد القطع
11. عندما سقط ضوء شدته (T) على كاثود خلية كهروضوئية كانت شدة تيار التشبع $(8)mA$ وجهد القطع $(-3)v$ فإذا أصبحت شدة نفس الضوء $(2T)$ فإن شدة تيار التشبع تصبح (mA).............. وجهد القطع بوحدة الفولت يساوي v ....
12. من أجل زيادة المعدل الزمني لانبعاث الإلكترونات لضوئية من سطح فلز ما ينبغي زيادة .... الضوء الساقط على سطح الفلز .
13. من أجل زيادة سرعات الإلكترونات الضوئية ينبغي إنقاص .... الضوء الساقط على سطح الفلز أو زيادة .... الضوء الساقط على سطح الفلز .
14. عند زيادة شدة الضوء الساقط على كاثود خلية كهروضوئية فإن شدة التيار في دائرة الخلية ...وجهد القطع ..
15. في دائرة الخلية الكهروضوئية تكون قيمة جهد القطع للضوء الأخضر .... قيمة جهد القطع للضوء الأزرق
16. سقط ضوء أحادي اللون على سطح ولم تتحرر منه إلكترونات ومن أجل تحرير إلكترونات من سطح الفلز ينبغي إنقاص .... الضوء الساقط
17. تتوقف قيمة كل من (دالة الشغل وتردد العتبة وطول موجة تردد العتبة) للفلز على .... ولذا تعتبر صفات .... لنوع مادة الفلز
18. لتحرير الإلكترون من سطح فلز دون إكسابه طاقة حركية يجب أن يكون مقدار طاقة الإشعاع الكهرومغناطيسي الساقط .... دالة الشغل للفلز.

19. سقط ضوء أحادي اللون على سطح فلز فلم تتحرر منه إلكترونات ، وبالتالي فإن تردد الضوء الساقط يكون .... تردد العتبة للفل

20. إذا كان تردد العتبة لفلز ما ضمن مجموعة الضوء المرئي وسقطت على سطح الفلز أشعة تحت حمراء فإنها .... الإلكترونات من سطح الفلز

21. يصدر الضوء من مصادره على شكل وحدات (كمات) من الطاقة تسمى ....

22. تتناسب طاقة الفوتون تناسباً طردياً مع .... وتتناسب عكسياً مع ....

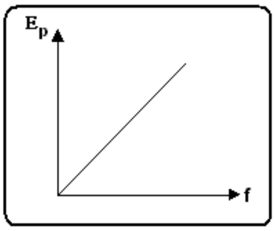
23. عندما يزداد تردد الفوتون فإن سرعته ....

24. وحدة قياس ثابت بلانك هي .... أو ....

25. الإشعاع الكهرومغناطيسي الذي طاقته ev (4) يكون تردده بوحدة (الهرتز) مساوياً .... وطول موجته بوحدة (الأنجستروم) مساوياً ....

26. الفوتون الذي تردده يساوي Hz (6×10^{14}) يكون طول موجته بوحدة الأنجستروم تساوي ....

27. فوتونان (B, A) فإذا كانت $(E_A = 2E_B)$ فإن $f_A = ...f_B$, $\lambda_A = ...\lambda_B$



28. الشكل المقابل يمثل العلاقة بين طاقة الفوتون (E) وتردده (f) فإن ميل الخط يمثل ....

29. الطاقة الإشعاعية الساقطة على سطح فلز ما (من ضوء أحادي اللون) تتناسب طردياً مع ....

30. مصدر ضوء أحادي اللون يشع ضوء طول موجته $A^0(2000)$ فإن طاقة فوتون هذا الضوء بوحدة الجول تساوي ....

31. إذا سقط فوتون طاقته ev (3) على سطح فلز دالة شغله ev (4) فإنه يتشتت بطاقة تساوي ev ....

32. إذا علمت أن دالة الشغل لفلز الصوديوم ev (2.2) فإن تردد العتبة لهذا الفلز بوحدة الهرتز يساوي .....

33. إذا كانت دالة الشغل لفلز ما هي (x) وطاقة الفوتون الساقط على سطح الفلز هي (y) فإن طاقة حركة الإلكترون المنبعث تساوي. ....

34. تتوقف سرعة الإلكترون الضوئي المنبعث من سطح فلز على كل من .... , ...

35. تسلك الفوتونات سلوك الجسيمات المادية عندما تتفاعل مع الأجسام ذات الأحجام .... وتسلك سلوك الموجات عندما تتفاعل مع الأجسام ذات الأحجام ....

36. يعتمد توليد الأشعة السينية على الظاهرة ....

37. طيف الأشعة السينية هو طيف متراكب من طيف .... وطيف ....

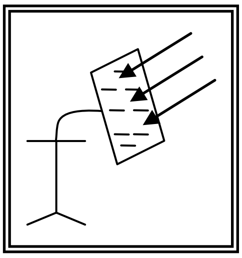
38. تتوقف طاقة فوتونات الطيف الخطي للأشعة السينية على .... بينما تتوقف طاقة فوتونات الطيف المتصل للأشعة السينية على ....

39. طيف الأشعة السينية المميز لنوع مصدره هو الطيف .... بينما الطيف غير المميز لنوع مصدره هو الطيف ....

40. كلما زاد فرق الجهد المسلط على أنبوبة توليد الأشعة السينية فإن قدرة الأشعة السينية على النفاذ ....

السؤال الرابع :

ضع علامة (✓) في المربع المقابل لأنسب إجابة لتكمل بها كلٍ من العبارات التالية :



1. عند إسقاط حزمة من الأشعة فوق البنفسجية على لوح الخارصين المشحون بشحنة سالبة والمتصل بقرص كشاف كهربائي فإن انفراج ورقتي الكشاف :

❑ **لا تتغير** ❑ **يزداد**

❑ **يزداد ثم يقل** ❑ **يقل**

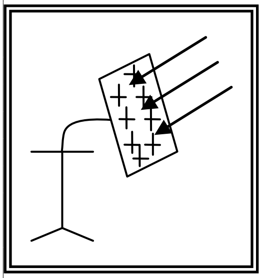
2. إذا أسقطت أشعة فوق بنفسجية على لوح مصقول من الزنك المشحون بشحنة موجبة كافية ، كما هو موضح بالشكل ، فإن انفراج الورقتين :

❑ **يقل تدريجياً باستمرار سقوط الأشعة**

❑ **يقل تدريجياً ثم يعود للانفراج ثانية**

❑ **يزداد تدريجياً ثم يعود للانطباق**

❑ **يظل ثابتاً**



3. سقط شعاع ضوئي وحيد اللون على سطح بعاث فانبعثت منه إلكترونات ضوئية , فإن هذه الإلكترونات تكون :

❑ **مختلفة السرعة والكتلة .** ❑ **متفقة السرعة والطاقة الحركية**

❑ **متفقة السرعة وكمية الحركة .** ❑ **مختلفة السرعة والطاقة الحركية**

4. تتوقف شدة تيار الآنود المار في دائرة الخلية الكهروضوئية على :

❑ **شدة الضوء الساقط وجهد الأنود فقط .**

❑ **جهد الأنود ونوع المادة التي يطلى بها الكاثود فقط**

❑ **شدة الضوء الساقط ونوع المادة التي يطلى بها الكاثود فقط .**

❑ **شدة الضوء الساقط وجهد الآنود ونوع المادة التي يطلى بها الكاثود .**

5. تتوقف شدة تيار التشبع في دائرة الخلية الكهروضوئية على :

❑ **شدة الضوء الساقط وجهد الأنود فقط .**

❑ **جهد الأنود ونوع المادة التي يطلى بها الكاثود فقط .**

❑ **شدة الضوء الساقط ونوع المادة التي يطلى بها الكاثود فقط .**

❑ **شدة الضوء الساقط وجهد الآنود ونوع المادة التي يطلى بها الكاثود .**

6. سقط ضوء مناسب أحادي اللون على كاثود خلية كهروضوئية فانبعثت منه إلكترونات فإذا زيدت شدة نفس الضوء الساقط فإن :

- ☐ **طاقة الحركة العظمى للإلكترونات المنبعثة تزداد .**
- ☐ **شدة التيار الكهروضوئي تقل .**
- ☐ **المعدل الزمني للإلكترونات المنبعثة يزداد .**
- ☐ **قيمة جهد القطع في الدائرة تزداد .**

7. سقط ضوء مناسب أحادي اللون على كاثود خلية كهروضوئية فانبعثت منه إلكترونات ومن أجل زيادة معدل انبعاث الإلكترونات يجب زيادة :

- ☐ **شدة نفس الضوء بقدر كاف .**
- ☐ **زمن سقوط الضوء على الكاثود**
- ☐ **تردد الضوء بقدر كاف .**
- ☐ **طول موجة الضوء بقدر كاف**

8. سقط ضوء أحادي اللون ذو تردد مناسب على كاثود خلية كهروضوئية فانبعثت منه إلكترونات ومن أجل زيادة سرعات الإلكترونات المنبعثة يجب زيادة :

- ☐ **شدة نفس الضوء بقدر كاف .**
- ☐ **زمن سقوط الضوء على الكاثود**
- ☐ **تردد الضوء بقدر كاف .**
- ☐ **طول موجة الضوء بقدر كاف .**

9. قيمة جهد القطع في دائرة الخلية الكهروضوئية **<u>لا تتوقف</u>** على :

- ☐ **تردد الضوء الساقط على الكاثود .**
- ☐ **لون الضوء الساقط على الكاثود**
- ☐ **طاقة الضوء الساقط على الكاثود .**
- ☐ **شدة الضوء الساقط على الكاثود**

10. عند سقوط ضوء شدته (T) على كاثود خلية كهروضوئية كانت شدة تيار التشبع $(4)m.A$ وجهد القطع $(-2)V$ فإذا زيدت شدة نفس الضوء إلى المثلين فإن قيمة شدة تيار التشبع وجهد القطع على الترتيب تصبح :

☐ $(8)m.A$ ، $-(4)V$ ☐ $(2)m.A$ ، $-(4)V$ ☐ $(8)m.A$ ، $(-2)V$ ☐ $(4)m.A$ ، $(-1)V$

11. إذا تغيرت شدة تيار الأنود بتغير جهد الأنود في دائرة خلية كهروضوئية كما في الجدول التالي :

$(I_a)m.A$	6.4	6.4	6.4	5	3	2	1	0	0	0
$(V_a)V$	25	20	15	10	5	0	-1	-2	-3	-4

فإن قيمة جهد القطع بوحدة (V) تساوي :

☐ -1 ☐ -2 ☐ -3 ☐ -4

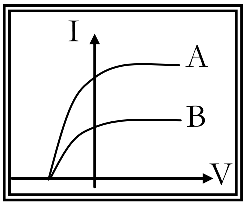
12. سقط ضوء أحادي اللون شدته(T) على سطح فلز فلم تنبعث منه الإلكترونات ، ولكي تنبعث منه الإلكترونات يجب زيادة :

- ☐ **شدة نفس الضوء بقدر كاف .**
- ☐ **تردد الضوء بقدر كاف .**
- ☐ **طول موجة الضوء بقدر كاف .**
- ☐ **زمن سقوط الضوء على السطح .**

13. سقط شعاع ضوء أحمر طوله الموجي $A^o(8000)$ وشدته (T) على سطح فلز بعاث فانبعثت منه الكترونات ، فإذا سقط شعاع ضوء بنفسجي طوله الموجي $A^o(4000)$ بنفسس الشدة (T) على سطح نفس الفلز فإن :

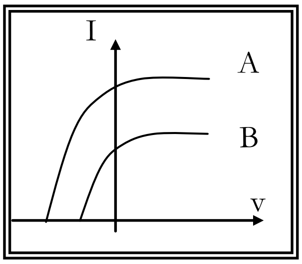
- ❑ **معدل انبعاث الإلكترونات يزداد .**
- ❑ **شدة التيار الكهروضوئي الناتج تقل .**
- ❑ **طاقة الحركة العظمى لأسرع الإلكترونات الضوئية تزيد.**
- ❑ **طاقة الحركة العظمى لأسرع الإلكترونات الضوئية تقل .**

14. يوضح الشكل المجاور العلاقة بين (شدة تيار الأنود – جهد الأنود) في دائرة خلية كهروضوئية عند استخدام ضوء (A) وضوء آخر (B) , فإن :



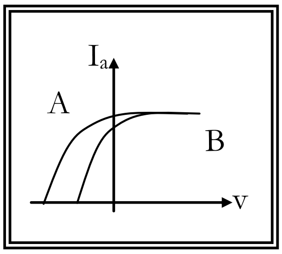
- ❑ $T_A = T_B$ ، $f_A = f_B$.
- ❑ $T_A > T_B$ ، $f_A > f_B$
- ❑ $T_A > T_B$ ، $f_A = f_B$.
- ❑ $T_A = T_B$ ، $f_A < f_B$.

15. يوضح الشكل المقابل العلاقة بين (شدة تيار الأنود – جهد الأنود) في دائرة خلية كهروضوئية عند استخدام ضوء (A) وضوء آخر (B) , فإن :



- ❑ $T_A = T_B$ ، $f_A < f_B$
- ❑ $T_A = T_B$ ، $f_A > f_B$
- ❑ $T_A > T_B$ ، $f_A = f_B$
- ❑ $T_A > T_B$ ، $f_A > f_B$

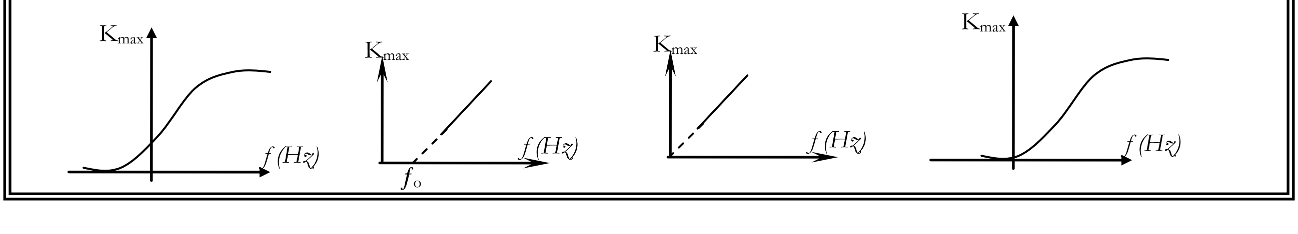
16. إذا كانت العلاقة بين (شدة تيار الأنود – جهد الأنود) في دائرة خلية كهروضوئية عند استخدام ضوء (A) وضوء آخر (B) كما في الشكل المقابل فإن :



- ❑ $T_A = T_B$ ، $f_A = f_B$
- ❑ $T_A = T_B$ ، $f_A > f_B$
- ❑ $T_A > T_B$ ، $f_A = f_B$
- ❑ $T_A < T_B$ ، $f_A < f_B$

17. أفضل خط بياني يوضح العلاقة بين (تردد) الضوء الساقط على كاثود خلية كهروضوئية ، (وطاقة حركة) أسرع الإلكترونات المنبعثة من سطح الكاثود هو :

❑



18. تزداد الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية المنبعثة من سطح فلز معين :

- ❑ **بزيادة شدة الضوء الساقط**
- ❑ **بزيادة طول موجة الضوء الساقط**
- ❑ **بإنقاص تردد الضوء الساقط**
- ❑ **بإنقاص طول موجة الضوء الساقط.**

19. زيادة تردد الضوء الساقط على سطح كاثود خلية كهر ضوئية عن تردد العتبة يؤدي إلى :

- ❑ **زيادة المعدل الزمني لانبعاث الإلكترونات .**
- ❑ **نقص المعدل الزمني لانبعاث الإلكترونات**
- ❑ **زيادة الطاقة الحركية للإلكترونات المنبعثة.**
- ❑ **نقص الطاقة الحركية للإلكترونات المنبعثة.**

20. الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية تتناسب :

- ❑ **طردياً مع القيمة المطلقة لجهد القطع .**
- ❑ **عكسياً مع القيمة المطلقة لجهد القطع .**
- ❑ **طردياً مع شدة الضوء الساقط .**
- ❑ **عكسياً مع شدة الضوء الساقط .**

21. يعتبر جهد القطع في الظاهرة الكهروضوئية مقياساً :

- ❑ **للمعدل الزمني لانبعاث الإلكترونات الضوئية .**
- ❑ **لشدة الضوء الساقط على سطح الكاثود**
- ❑ **لشدة تيار التشبع في دائرة الخلية الكهروضوئية .**
- ❑ **لطاقة حركة أسرع الإلكترونات الضوئية .**

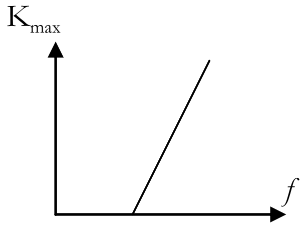
22. يغطي السطح المقعر لكاثود الخلية الكهروضوئية بفلز قلوي لأن للفلزات القلوية :

- ❑ **تردد عتبة كبير جداً .**
- ❑ **طول موجة تردد العتبة كبير .**
- ❑ **جيدة التوصيل للكهرباء .**
- ❑ **طول موجة تردد العتبة صغير.**

23. سقط ضوء أحادي اللون شدته (T) وتردده (f) على كاثود خلية كهر ضوئية فكانت شدة تيار التشبع (I) فإذا زيدت شدة نفس الضوء الأحادي اللون الساقط إلى (2T) دون تغير تردده فإن شدة تيار التشبع تصبح :

❑ **0.5 I** ❑ **I** ❑ **2I** ❑ **4I**

24. الرسم البياني المقابل يوضح تغير الطاقة الحركية العظمى (K_{max}) للإلكترونات الضوئية المنبعثة من كاثود الخلية الكهروضوئية بتغير تردد الضوء الساقط عيها (f) فإن ميل الخط البياني يمثل :



❑ **e** ❑ $\frac{e}{h}$

❑ $\frac{e}{h}$ ❑ **h**

25. إذا كانت طاقة الفوتون الساقط على سطح فلز (E) ودالة الشغل لهذا الفلز (ϕ) وكانت طاقة الفوتون كافية فقط لتحرير الإلكترون من سطح الفلز فإن :

❑ $\phi = E$ ❑ $\phi > E$ ❑ $\phi < E$ ❑ $\phi \leq E$

26. عندما تسقط فوتونات الضوء التي طاقة كل منها (E) على سطح فلز دالة شغله (ϕ) تكون الطاقة الحركية العظمى (K_{max}) للإلكترون المنبعث مساوية :

☐ $E - \phi$ ☐ $\phi + E$ ☐ $\phi - E$ ☐ $\phi \times E$

27. طول موجة تردد العتبة (λ) لسطح بعاث للإلكترونات يتوقف على :

☐ **شدة الضوء الساقط فقط .** ☐ **تردد الضوء الساقط فقط .**

☐ **شدة الضوء الساقط وتردده .** ☐ **نوع مادة سطح الفلز .**

28. فوتون طاقته J (4.4×10^{-19}) يسقط على سطح فلز دالة شغله J (3.3×10^{-19}) وبالتالي فإنه :

☐ **لا تنبعث من سطح هذا الفلز إلكترونات .** ☐ **ينبعث إلكترون بطاقة حركية** 7.7×10^{-19} **J**

☐ **ينبعث إلكترون بطاقة حركة** 1.1×10^{-19} **J** ☐ **ينبعث إلكترون بطاقة حركية 0.75 J**

29. يوضح الجدول قيمة دالة الشغل لبعض الفلزات بوحدة (e.v) ومن الجدول نجد أن تردد العتبة :

الفلـز	ألمنيوم	نحاس	نيكل	بلاتين
دالة الشغل (e.v)	4.2	4.4	5.03	6.3

☐ **للألمونيوم > تردد العتبة للنحاس .** ☐ **للنحاس > تردد العتبة للبلاتين**

☐ **للنحاس > تردد العتبة للنيكل .** ☐ **للنيكل < تردد العتبة للبلاتين .**

30. سقط ضوء أحادي اللون على سطح فلز (x) فانبعثت منه إلكترونات ، وعندما سقط نفس الضوء الأحادي اللون على سطح فلز (y) لم تنبعث منه إلكترونات وهذا يدل على أن :

☐ **تردد الضوء الساقط أكبر من تردد العتبة للفلز (x) وأقل من تردد العتبة للفلز (y) .**

☐ **تردد الضوء الساقط أكبر من تردد العتبة للفلز (x) وأكبر من تردد العتبة للفلز (y)**

☐ **تردد الضوء الساقط أقل من تردد العتبة للفلز (x) وأقل من تردد العتبة للفلز (y)**

☐ **تردد الضوء الساقط أقل من تردد العتبة للفلز (x) وأكبر من تردد العتبة للفلز (y)**

31. إذا سقطت فوتونات ضوئية على سطح فلز دالة شغله ev (4) وحررت منه إلكترونات الطاقة الحركية العظمى لكل منهما ev (3) فإن طاقة كل فوتون بوحدة (ev) تساوي :

☐ **7** ☐ **1.33** ☐ **1** ☐ **0.75**

32. إذا أسقطت حزمة ضوئية خضراء على سطح فلز ولم تتحرر منه إلكترونات ، فإن الحزمة الضوئية التي يحتمل أن تحرر الإلكترونات من نفس السطح هي :

☐ **صفراء** ☐ **زرقاء** ☐ **برتقالية** ☐ **حمراء**

33. عندما يسقط ضوء وحيد اللون على سطح فلز تنبعث منه إلكترونات ضوئية تكون مختلفة في :

❑ السرعة فقط . ❑ كمية الحركة فقط ❑ طاقة الحركة فقط ❑ جميع ما سبق

34. الفوتون الذي طاقته e.v (3) يكون تردده بوحدة (Hz) تساوي :

❑ **0.727×10^{15}** ❑ **0.454×10^{15}** ❑ **1.375×10^{-15}** ❑ **2.2×10^{-34}**

35. تفترض نظرية الكم لبلانك أن الطاقة الإشعاعية تنبعث أو تمتص على هيئة :

❑ **سيل متصل من الإلكترونات** ❑ **نبضات متتابعة من الإلكترونات**

❑ **سيل متصل من الفوتونات** ❑ **نبضات متتابعة من الفوتونات**

36. إحدى الكميات التالية لا تعبر عن الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية :

❑ **طاقة الفوتون – دالة الشغل** ❑ **شحنة الإلكترون × جهد القطع**

❑ **½ × كتلة الإلكترون × مربع سرعته العظمى** ❑ **ثابت بلانك × تردد الفوتون الساقط**

37. بالمقارنة مع فوتون طاقته e.v (10) يكون للفوتون الذي طاقته e.v (2) :

❑ **تردد أكبر** ❑ **سرعة أكبر**

❑ **تردد أصغر** ❑ **سرعة أصغر**

38. أنبوبة كولدج للأشعة السينية تعمل على فرق جهد يساوي v (10^5) , فإن أقل طول موجي محتمل لفوتونات الأشعة السينية الصادرة عن الهدف مقدراً بوحدة الأنجستروم يكون مساوياً :

❑ **0.41** ❑ **0.246** ❑ **0.124** ❑ **8.08**

39. تبين الدراسة الطيفية للأشعة السينية أن طيفها يتألف من طيف :

❑ **مستمر** ❑ **خطي** ❑ **مستمر وطيف خطي** **امتصاص**

<u>السؤال الخامس:</u>

<u>علل لما يلي تعليلا علميا سليماً :</u>

1) **إذا سقطت أشعة فوق بنفسجية على قرص كشاف كهربائي غير مشحون تنفرج ورقتي الكشاف .**

....

2) **اختلاف سرعات الإلكترونات الضوئية عند مغادرتها سطح الفلز الذي تنطلق منه.**

....

3) **يتم تفريغ انتفاخ الخلية الكهروضوئية من الهواء.**

....

4) **يغطى السطح الداخلي لكاثود الخلية الكهروضوئية بطبقة رقيقة من السيزيوم.**

....

5) يصنع أنود الخلية الكهروضوئية على هيئة شبكة صغيرة القطر أو سلك معدني رفيع .

....

6) يصنع انتفاخ الخلية الكهروضوئية من الكوارتز الشفاف أحياناً.

....

7) يمر تيار ضئيل جداً في دائرة الخلية الكهروضوئية عندما يكون جهد الأنود يساوي صفراً .

....

8) تزداد شدة تيار الأنود في دائرة الخلية الكهروضوئية عند إعطاء الأنود جهداً موجباً .

....

9) ثبات شدة تيار الإشباع في دائرة الخلية الكهروضوئية برغم زيادة الجهد الموجب للأنود.

....

10) تتناقص شدة تيار الأنود في دائرة الخلية الكهروضوئية عند إكساب الأنود جهداً سالباً .

....

11) ينقطع التيار في دائرة الخلية الكهروضوئية عند إكساب الأنود جهداً سالباً مساوياً لجهد القطع أو أقل منه .

....

12) لا تتغير قيمة جهد القطع في دائرة الخلية الكهروضوئية عند تغيير شدة الضوء الساقط عليها .

....

13) تتغير قيمة جهد القطع في دائرة الخلية الكهروضوئية عند تغيير تردد الضوء الساقط عليها .

....

14) يشيع استخدام الأشعة فوق البنفسجية في الظاهرة الكهروضوئية.

....

السؤال السادس:

فسر كل مما يلي في ضوء (نظرية أينشتين الكهروضوئية) :

1) زيادة شدة التيار الكهروضوئي بزيادة شدة الضوء الساقط .

....

2) الطاقة الحركية لأسرع الإلكترونات الضوئية المنبعثة من سطح فلز تتناسب طردياً مع تردد الأشعة الضوئية الساقطة في حدود منطقة الترددات المؤثرة .

....

3) لكي يتحرر الإلكترون الضوئي من سطح الفلز يجب ألا تقل طاقة الفوتون الساقط عن دالة الشغل للفلز .

....

4) لكي يتحرر الإلكترون الضوئي من سطح الفلز يجب ألا يزيد طول موجة الفوتون الساقط عن طول موجة تردد العتبة للفلز .

....

5) طيف الأشعة السينية طيف متراكب .

....

6) كلما زاد فرق الجهد المطبق على أنبوبة توليد الأشعة السينية زادت قدرتها على النفاذ خلال الأوساط المادية .

....

7) الأشعة السينية لا تتأثر بالمجال الكهربائي أو المجال المغناطيسي .

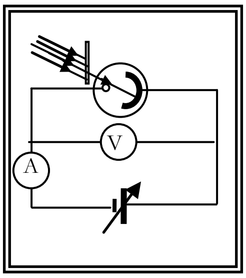
....

8) للضوء طبيعة ثنائية مزدوجة .

....

السؤال السابع :

a. يوضح الرسم المجاور خلية كهروضوئية تتصل في دائرة كهربائية مع بطارية متغيرة الجهد يتصل كاثودها بالقطب الموجب للبطارية فإذا سقط على كاثودها ضوء أحادي اللون فمر في دائرتها تيار كهربائي صغير والمطلوب



أولاً – ماذا تلاحظ على قراءتي الأميتر و الفولتميتر عند:

1. زيادة جهد البطارية تدريجياً مع ثبات شدة الضوء الساقط و تردده .

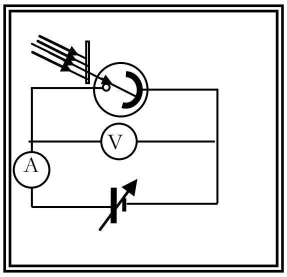
....

....

2. إذا زدنا من شدة الضوء الساقط على كاثودها مع ثبات تردده ....
3. إذا زدنا من تردده الضوء الساقط على كاثودها مع ثبات شدته ....

ثانياً – ماذا تستنتج :.....................................

b. يوضح الرسم المجاور خلية كهروضوئية تتصل في دائرة كهربائية مع بطارية متغيرة الجهد و يسقط على كاثودها ضوء أحادي اللون فيمر في دائرتها تيار كهربائي والمطلوب ماذا تلاحظ على قراءتي الأميتر و الفولتميتر عند:



4. زيادة شدة الضوء الساقط تدريجياً بثبات الجهد ....

زيادة جهد البطارية تدريجياً مع ثبات شدة الضوء الساقط.........................

5. إذا عكسنا اتجاه توصيل البطارية ثم زدنا جهدها تدريجياً ....

c. أثناء دراسة العلاقة بين شدة تيار الآنود وجهد الآنود في خلية كهروضوئية اسقط على كاثودها شعاع ضوئي وحيد اللون A ثم استبدل بشعاع ضوئي وحيد اللون آخر B و سجلنا بيانات كل منهما و النتائج التي حصلنا عليها في الجدول التالي :

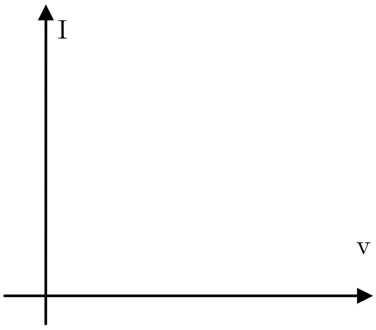
البيانات	الضوء A	الضوء B
الطول الموجي (A°)	***3600 A^0***	4000 A^0
شدة الضوء (T)	2 T	T
القيمة المطلقة لجهد القطع	1.45	1.15

و المطلوب :

أ- أي من هذين الشعاعين الضوئيين يسبب انبعاث إلكترونات لها طاقة حركية أكبر ؟ ولماذا ؟

....ارســـم

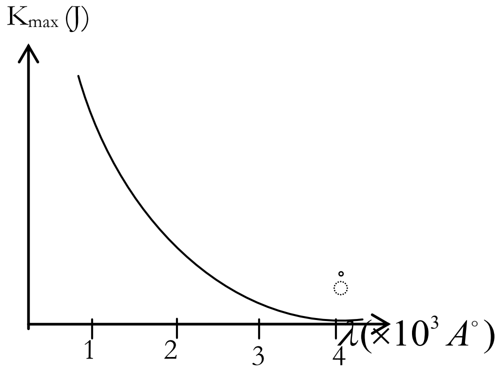
على نفس المحاور المرسومين جانباً العلاقة بين شدة تيار الآنود وجهد الآنود للشعاعين الضوئيين السابقين



ب-احسب دالة الشغل لكاثود الخلية الكهروضوئية :

....

d. الشكل المقابل يمثل علاقة الطاقة الحركية لأسرع الإلكترونات الضوئية بالطول الموجي للأشعة الساقطة على كاثود خلية كهروضوئية احسب :



1- اعتماد على الشكل الطول الموجي لتردد العتبة :

2- تردد العتبة لمادة فلز الكاثود :

....

3- طاقة حركة أسرع الإلكترونات المنبعثة عندما يكون طول موجة الفوتونات الساقطة $1000\ A^0$:

....

4- ماذا تتوقع أن يحدث إذا كان طول الموجات الساقطة يساوي $5000\ A^0$ ؟

....

السؤال الثامن

حل المسائل التالية :

1) أسقط ضوء أحادي اللون طوله الموجي 4000 Å علي سطح فلز دالة شغله 2.7 e.v. فانبعثت منه إلكترونات احسب :

1- طاقة الفوتون الساقط .

2- الطاقة الحركية العظمي لاسرع الالكترونات الضوئية المنبعثة .

2) فوتون طاقته J (4.4×10^{-19}) **يسقط على سطح فلز دالة شغله J** (3.3×10^{-19}) **. احسب:**

1- الطاقة الحركية لأسرع الإلكترونات الضوئية المنبعثة .

2- جهد الإيقاف (القطع) .

3) سقط ضوء أحادي اللون طول موجته $5000\ A^0$ **على لوح من البوتاسيوم دالة شغله تساوي 2.1 e.V احسب :**

1-تردد العتبة للبوتاسيوم :

2-الطاقة الحركية العظمى لأسرع الإلكترونات الضوئية المنبعثة :

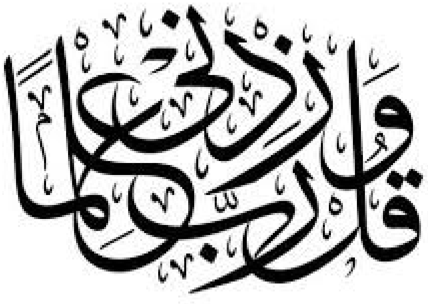
3-جهد القطع أو الإيقاف :

4) دالة الشغل لفلز الحديد 4.5 ev فما مقدار كل من :

أ- تردد العتبة :

ب- طول موجة تردد العتبة :

ج- طاقة الحركة العظمى للإلكترون إذا كان تردد الأشعة الساقطة 4.5×10^{15} Hz .

د- جهد القطع (الإيقاف) :

الحمد لله